

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

**Praktické úlohy z biologie
jednobuněčných organismů (Protista)
pro základní školy s důrazem na
využití barvicích technik**

**Practical exercises in biology of
unicellular organisms (Protista) for
elementary schools with emphasis on the
use of staining techniques**

Autor: Jana Šalounová

Vedoucí práce: RNDr. Jan Mourek, Ph.D.

Praha 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Jana Mourka, Ph.D. a řádně jsem citovala všechny použité informační zdroje.

Ve Bdíně, 28. 11. 2013, Jana Šalounová

.....

Poděkování

Velice ráda bych poděkovala všem, kteří mi jakýmkoli způsobem pomohli, abych mohla vypracovat tuto diplomovou práci.

Velké poděkování si právem zaslouží zejména:

- **RNDr. Jan Mourek, Ph. D.**, můj vynikající a trpělivý školitel, za perfektní pomoc, cenné rady, připomínky a trpělivost.
- **Základní škola Kvílice, Kladno**, za umožnění ověření návrhů laboratorních cvičení.
- **Paní laborantka Michaela Marcinčíková** z Katedry parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze za poskytnutí čistých kultur prvoků.
- **Všichni ostatní**, kteří mi byli oporou při psaní práce, především rodiče, manžel a dcera.

Abstrakt

Hlavní náplní mé diplomové práce bylo vytvoření vlastních návrhů laboratorních prací z biologie jednobuněčných (Protista). Laboratorní cvičení jsem navrhovala tak, aby je zvládli žáci 6. ročníků základních škol. Vytvoření návrhů laboratorních cvičení předcházela práce v laboratoři na UK v Praze Pedagogické fakultě, na katedře biologie a environmentálních studií. V laboratoři jsem ověřovala metody kultivace vybraných zástupců trepka velká (*Paramecium caudatum*), měňavka velká (*Amoeba proteus*) a krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) a vybrané metody barvení jejich organel.

Klíčová slova: prvoci, trepka velká (*Paramecium caudatum*), měňavka velká (*Amoeba proteus*), krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*), kultivace, barvení

Abstract

The main goal of my thesis was to create our own proposals for laboratory work in biology of unicellular organisms (Protista). I designed the laboratory tasks, so that they can be mastered by the pupils of sixth year of primary school. Creating the proposals for laboratory exercises was preceded by the work in the laboratory at Charles University in Prague, Faculty of Education, the Department of Biology and Environmental Studies. In the laboratory, I verified the methods of cultivation of selected representatives of ciliates (*Paramecium caudatum*), amoebae (*Amoeba proteus*) and euglenids (*Euglena gracilis*) and selected methods of dyeing their different organelles.

Key words: protists, *Paramecium caudatum*, *Amoeba proteus*, *Euglena gracilis*, cultivation, dying

Obsah

1. Úvod	6
2. Teoretická část	7
2. 1 Jednobuněčné organismy	7
2. 1. 1 Buněčná organizace prvoků	8
2. 1. 2 Znak charakterizující Eukaryota	9
2. 1. 3 Význam prvoků	12
2. 1. 5 Ekologie prvoků	13
2. 2 Jednobuněčné organismy (prvoci) v učebnicích přírodopisu pro 6. ročník základní školy a biologie pro vyšší stupeň gymnázia	20
2. 2. 1 Učebnice přírodopisu pro 6. ročník základní školy	20
2. 2. 2 Učebnice biologie pro vyšší stupeň gymnázií	25
2. 3 Charakteristika vybraných modelových zástupců	30
2. 3. 1 Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>)	30
2. 3. 2 Měňavka velká (<i>Amoeba proteus</i>)	35
2. 3. 3 Krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>)	37
3. Metodika	40
3. 1 Pomůcky	40
3. 2 Původ modelových prvoků	40
3. 3 Pořizování fotografií	40
3. 4 Metody kultivace jednotlivých zástupců	41
3. 4. 1 Metody kultivace trepky velké (<i>Paramecium caudatum</i>)	41
3. 4. 2 Metody kultivace krásnoočka štíhlého (<i>Euglena gracilis</i>)	43
3. 4. 3 Metody kultivace měňavky velké (<i>Amoeba proteus</i>)	46
3. 5 Metody barvení jednotlivých zástupců	49
3. 6 Metoda přípravy návrhů laboratorních prací	53
3. 6. 1 Ověření návrhů laboratorních prací na ZŠ	53
4. Výsledky	55
4. 1 Výsledky laboratorního ověření metod (metod kultivace a metod barvení jedinotlivých zástupců)	55
4. 1. 1 Výsledky metod kultivace jednotlivých zástupců	56
4. 1. 2 Výsledky metod barvení jednotlivých zástupců	61
4. 2 Návrhy laboratorních cvičení	68
4. 2. 1 Laboratorní cvičení – zadání pro žáky	69
4. 2. 2 Laboratorní cvičení – část pro učitele	80
4. 3 Výsledky ověření laboratorních prací na ZŠ	83
5. Diskuse	86
6. Závěr	90
7. Seznam použité literatury	91
8. Přílohy	98
Příloha 1: Prázdné pracovní listy	98
Příloha 2: Pracovní listy s autorským řešením	103
Příloha 3: Ukázka vyplněných pracovních listů	108
Příloha 4: Ukázka hotových laboratorních cvičení	123

1. Úvod

Téma mé diplomové práce zní „Praktické úlohy z biologie jednobuněčných organismů (Protista) pro základní školy s důrazem na využití barvicích technik.“

Prvoci jsou jednobuněčné organismy žijící ve vodním, nebo alespoň vlhkém, prostředí (jak sladkém, tak i slaném). Jejich tělo je tvořeno jedinou buňkou, která plní všechny funkce, jež prvek potřebuje ke svému přežití. Prvoci jsou ukazateli čistoty vody, tzv. bioindikátory. Společně s mikroorganismy a drobnými korýši tvoří vodní plankton, který je potravou větších živočichů. Některé druhy prvků jsou parazité, tzv. cizopasníci, tzn. že cizopasí na jiných organismech.

Před ověřováním metod kultivace a metod barvení vybraných zástupců, jsem provedla rešerši učiva 11 učebnic pro základní školu a 9 učebnic pro vyšší stupeň gymnázia. Při rešerši jsem hodnotila, jaké učivo učebnice obsahují, a hlavně mě zajímalo, zda vybrané učebnice obsahují laboratorní práce a pokud ano, zda při laboratorních pracích dochází i k barvení prvků. Na závěr rešerše jsem provedla SWOT analýzu vybraných učebnic.

Při ověřování metod kultivace vybraných modelových zástupců, jimiž jsou treпка velká (*Paramecium caudatum*), měňavka velká (*Amoeba proteus*) a krásnooko štíhlé (*Euglena gracilis*) jsem vyzkoušela různé metody kultivace. Po ověření metod kultivace jsem ověřovala různé způsoby a metody barvení vybraných modelových zástupců.

Laboratorní práce, které jsem navrhla, jsem ověřovala na základní škole.

Stanovené cíle:

1. Provést rešerši učiva v učebnicích pro základní školy a tyto učebnice zhodnotit.
2. Ověřit metody kultivace vybraných modelových zástupců prvků.
3. Ověřit metody barvení vybraných modelových zástupců prvků.
4. Vytvořit laboratorní cvičení pro žáky základních škol.
5. Ověřit navržené praktické úlohy ve výuce na základní škole.

2. Teoretická část

V teoretické části se budeme zabývat stavbou buňky jednobuněčných organismů, jejich významem, způsobem života, ekologií, biogeografií, metodami kultivace a barvení jednobuněčných eukaryotických organismů (Protista) a v neposlední řadě rešerší učebnic přírodopisu pro základní školy a vyšší stupeň gymnázií.

Mikroorganismy jsou poměrně jednoduché formy života, obvykle jednobuněčné. Společné pro všechny mikroorganismy jsou jejich velice malé rozměry, uvádí se od desetin mikrometru po několik desetin milimetru. Průměr nejmenší částice, kterou lze spatřit pouhým okem je 100 μm , většina jich je ale menších, proto je třeba pro jejich pozorování využít mikroskop. (Greenwood, 1999).

2. 1 Jednobuněčné organismy

Tělo jednobuněčných organismů je tvořeno jedinou buňkou zajišťující všechny životní děje. Jednobuněčné organismy jsou rozšířeny po celém světě (jsou kosmopolitní), žijí ve sladkých i slaných vodách, v půdě a cizopasí v těle mnohobuněčných organismů (Benešová a kol., 2003).

Původně se organismy dělily na živočichy a rostliny (Linné v r. 1735), což znamenalo, že mikroskopická jednobuněčná eukaryota byla řazena buď do říše živočichů, nebo do říše rostlin – houby byly v té době považovány za rostliny.

Jednobuněčná eukaryota vybavená organelami pohybu (např. panožkami, bičíky, brvami) a živících se heterotrofně, byla považována za nižší živočichy, prvoky (*Protozoa* – z řeckého „protos“ první a „zoon“ živočich) (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007).

K protozoím byly řazeny i některé jednobuněčné organismy vybavené plastidy a fotosyntetickými pigmenty, jež kvůli schopnosti pohybu bičíky nebylo možno jednoduše přiřadit k rostlinám a houbám (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007).

V pozdějším dělení organismů na říši živočichů, rostlin a později hub, se

objevila i říše Protista, která sdružuje všechna jednobuněčná eukaryota a zahrnuje v sobě i tradiční prvky (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007).

Vznikla tak představa, že protista jsou jednou říší, na kterou vývojově navazují říše rostlin, živočichů a hub. Nástup molekulárně fylogenetických metod, které umožňovaly hlubší vhled do evoluční historie organismů a pochopení jejich vývojových vztahů ale ukázal, že protista netvoří přirozenou skupinu, a že mnoho jednobuněčných eukaryot, protist, je sbírkou zástupců jak říše živočichů, rostlin a hub, tak i řady samostatných evolučních linií (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007).

V moderním pojetí označuje název protista typ buněčné organizace. Protista jsou všechna jednobuněčná eukaryota. Jednobuněčná eukaryota tvoří jednotnou evoluční linii. Jejich jediným jednotícím znakem je skutečnost, že jejich buňka plní funkci celého organismu. Většinu eukaryot lze rozdělit do šesti velikých skupin – „supergroups“, „říší“ – s různě silně podpořeným předpokladem jejich monofylie: Opisthokonta, Amoebozoa, Plantae, Chromalveolata, Rhizaria a Excavata (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007).

2. 1. 1 Buněčná organizace prvků

Všechny živé soustavy můžeme rozdělit na buněčné či nebuněčné živé soustavy. Buněčné živé soustavy neboli organismy, jsou buď jednobuněčné, nebo mnohobuněčné. Nebuněčné živé soustavy jsou například viry, viroidy a virusoidy. Mezi buněčnými a nebuněčnými organismy existují velké rozdíly v struktuře, morfologii a rozmnožování.

Nebuněčné živé soustavy, například viry jsou závislé při rozmnožování i přenosu energie na buněčných živých soustavách. Skládají se z jednoho nebo dvou řetězců DNA (deoxyribonukleové kyseliny) či RNA (ribonukleové kyseliny), uzavřených do bílkovinného pouzdra, kapsidy. Mezi nebuněčné živé systémy se řadí také subvirové patogeny, například priony.

Buněčné živé soustavy mohou mít dva typy buněk, jsou to buňky prokaryotické a organismy, které se vyznačují tímto typem buněk, jsou prokaryota, dále jsou to buňky eukaryotické a organismy, které se vyznačují tímto typem buněk, jsou eukaryota.

Prokaryotické buňky jsou složeny z prokaryotického jádra, cytoplazmy a

plazmatické membrány, většina buněk obsahuje ještě buněčnou stěnu. Jádru není od cytoplazmy ohraničeno membránou, sestává se z jedné molekuly dvouřetězcové DNA a označuje se jako nukleoid. Vnitřek buněk není rozdělen na kompartmenty a ribozomy se vyskytují jen v cytoplazmě. Prokaryotické buňky neobsahují mitochondrie ani plastidy.

Dělení na prokaryota a eukaryota se používá pro zdůraznění typu buněk, které tvoří daný organismus. Nejvyšším hierarchickým taxonem jsou domény, které byly stanoveny na základě zkoumání molekulární evoluce organismů, především studií genů, které jsou přepisovány do malých ribozomových podjednotek (Rosypal, 2003).

Domény se rozlišují tři, jsou to Bakterie (Bacteria), Archea (Archea) a Eukarya (Eukarya).

2. 1. 2 Znaky charakterizující Eukaryota

Eukaryota jsou organismy jednobuněčné i mnohobuněčné. Jejich buňky se označují jako eukaryotické a vyznačují se určitými znaky a vlastnostmi (Zicháček, 2000).

Obsahují jádro (*nucleus*), které je výrazně odděleno od cytoplazmy jadernou membránou s póry, vnitřek jádra je vyplněn polotekutou hmotou – karyoplazmou. Na povrchu jádra je dvojité biomembrána, tzv. blána jaderná (Zicháček, 2000). Hmotu, jež tvoří jádro eukaryotické buňky se nazývá chromatin. Skládá se z deoxyribonukleové kyseliny a bílkovin. Podstatnou část jádra tvoří chromozomy (na rozdíl od prokaryotických buněk je každý chromozom eukaryotických buněk složen z bílkovin a dlouhého vlákna DNA – deoxyribonukleové kyseliny) (Rosypal, 1998). Oba konce chromozomu jsou volné a nejsou spojeny do kruhu. DNA je tedy přímočará, neboli lineární. Může být dlouhá až 6 cm (př. v lidských buňkách). Na deoxyribonukleové kyselině (DNA) jsou umístěny geny (vlohy), které určují vlastnosti a znaky eukaryotické buňky a při dělení buňky přecházejí v nezměněné formě do buněk dceřiných (Benešová a kol., 2003). Buňky prvoků mohou obsahovat jedno nebo více jader. Většinou však obsahují jedno velké jádro (*macronucleus*) které je vegetativní a malé jedno nebo více jadérek (*micronucleus*), jež je generativní (Vojtková, 1988).

Všechny eukaryotické buňky obsahují mitochondrie. Mitochondrie mají většinou podlouhlý tvar, jsou to tyčinkovité až vláknité útvary. V buňce jich bývá několik set. Jsou významné tím, že v nich probíhá tzv. buněčné dýchání. Energie uvolněná při dýchání zabezpečuje životní děje v buňce (Zicháček, 2000). Obsahují deoxyribonukleovou kyselinu, která je kružnicovitá a podobá se v tomto směru deoxyribonukleové kyselině, která tvoří chromozom prokaryot. Mitochondrie jsou opatřeny dvěma biomembránami (vnější a vnitřní) (Rosypal, 1998). Vnitřní membrána obklopuje prostor vyplněný hmotou matrix a tvoří záhyby (kristy), na kterých se uskutečňuje právě tzv. buněčné dýchání (Benešová a kol., 2003).

Cytoplazmatická membrána izoluje vnitřní prostředí buňky od okolí, je selektivně propustná – reguluje transport látek mezi buňkou a okolním prostředím. Cytoplazmatická membrána je složena z dvojvrstvy fosfolipidů uspořádaných takovým způsobem, že řetězce mastných kyselin (hydrofobní konce) směřují k sobě a fosfátové části (hydrofilní konce) směřují od sebe. Dále je složena z molekul bílkovin zanořených do dvojvrstvy fosfolipidů (buď zčásti, nebo zcela) (Benešová a kol., 2003).

Cytoplazma eukaryotické buňky je viskózní koncentrovaný roztok obsahující molekuly organických a anorganických látek. Cytoplazma vyplňuje celý obsah buňky a často obsahuje kapénky nebo krystalky odpadních nebo zásobních látek, tzv. buněčné inkluze (Benešová a kol., 2003).

Eukaryotická buňka obsahuje také endoplazmatické retikulum. Je to systém plochých váčků a kanálků odškrucujících se na periferii buňky. Membrány endoplazmatického retikula navazují na obal jádra – je jeho součástí (Benešová a kol., 2003). Rozlišuje se endoplazmatické retikulum drsné a hladké. Pro drsné endoplazmatické retikulum je charakteristické, že na jeho povrch nasedají ribozomy, probíhá na něm syntéza bílkovin. Hladké endoplazmatické retikulum je bez ribozomů. V hladkém endoplazmatickém retikulu probíhá metabolismus některých tukových látek (glykolipidů) (Rosypal, 1998).

Ribozomy jsou bílkovinná tělíska obsahující ribonukleovou kyselinu (r-RNA). V buňce mohou být buď volně, nebo vázané na endoplazmatické retikulum (viz výše). Ribozomy jsou složeny ze dvou nestejných podjednotek. Účastní se syntézy bílkovin – proteosyntézy (Zicháček, 2000).

Eukaryotická buňka dále obsahuje Golgiho aparát (komplex), jež je

soustava měchýřků propojených kanálky, ve kterých probíhají biochemické reakce upravující látky vytvořené v endoplazmatickém retikulu (Benešová a kol., 2003).

Další organelou, kterou najdeme u eukaryotických buněk, jsou lysozomy. Lysozomy jsou měchýřky tvořené biomembránou obsahující trávicí enzymy.

Dělení eukaryotických buněk je mnohem složitější než prokaryotických, a to proto, že eukaryotické buňky obsahují více než jen jeden chromozom a jejich dělení poté musí proběhnout tak, aby každá dceřiná buňka obdržela stejný počet chromozomů, tedy i stejný počet genů. Toto dělení se nazývá nepřímé dělení - mitotické, neboli mitóza (Rosypal, 1998). Před dělením celé buňky dochází nejprve k rozdělení jádra, tzv. karyokinézi – ta zaručuje rovnoměrné rozdělení jaderné hmoty do vznikajících dceřiných jader. Následuje rozdělení mateřské buňky, tzv. cytokineze. Mitóza probíhá ve čtyřech fázích (profáze, metafáze, anafáze, telofáze) (Zicháček, 2000).

2. 1. 2. 1 Charakteristika buňky jednobuněčných eukaryot

Buňka prvoků (Protozoa) obsahuje specializované orgány (ústroječky), které zajišťují v těle prvoka životní pochody (př. pohyb, rozmnožování, dráždivost) (Šifner, 2004).

U prvoků rozlišujeme orgány opory a ochrany. Mezi tyto orgány patří například pelikula, což je pevná a pružná blanka na povrchu bičíkovců, nálevníků a výtrusovců (Benešová a kol., 2003). Patří sem také schránky kořenonožců (př. chitinové schránky u štítovky nebo vápenaté u dírkonožců). V neposlední řadě mezi orgány opory a ochrany patří také tzv. cysty, to jsou klidová stadia vytvářená za nepříznivých podmínek (např. sucho, mráz, nedostatek potravy) (Zicháček, 2000).

Mezi pohybové orgány patří panožky kořenonožců (měňavek), bičíky bičíkovců a brvy nálevníků (Benešová a kol., 2003).

Trávicí orgány jako potravní vakuoly, případně buněčná ústa, buněčný hltan a buněčná řiť vytvářejí všichni prvoci, kteří se živí heterotrofně organickými látkami (Zicháček, 2000).

Mezi orgány vylučovací a osmoregulační patří pulsující vakuoly, které

odstraňují rozpustné odpadní látky, přebytečnou vodu a udržují stálý osmotický tlak (Zicháček, 2000).

Další specializovanou organelou prvoků jsou smyslové organely. Ty umožňují reakci prvoků na podněty, které přicházejí z vnějšího prostředí. Příkladem je světločivná skvrna u krásnooček (*Euglena*), tzv. stigma, to je červeně zbarvené tělísko reagující na světelné podráždění. Dalšími smyslovými organelami jsou brvy nebo bičíky s hmatovou funkcí (Benešová a kol., 2003).

Posledními specializovanými organelami jsou organely umožňující rozmnožování prvoků. Pro rozmnožování všech prvoků má význam dělení buněčného jádra, tzv. mitóza (nepřímé dělení). Pro prvoky je však běžnějším způsobem rozmnožování nepohlavní rozmnožování. Nepohlavně se mohou prvoci rozmnožovat buď podélně (bičíkovci) nebo příčně (nálevníci). Dále se nepohlavně mohou rozmnožovat tzv. pučením, při tomto typu rozmnožování nově vznikající jedinec postupně dorůstá a oddělí se. Posledním typem nepohlavního rozmnožování je tzv. schizogonie, při ní dochází k rozdělení mateřské buňky na větší počet dceřiných buněk (Zicháček, 2000).

Pohlavně se prvoci mohou rozmnožovat dvojím způsobem. Pohlavní rozmnožování prvoků je méně obvyklé, je fylogeneticky mladší (Benešová a kol., 2003). Kopulace je první typ pohlavního rozmnožování, při něm dva jedinci představující pohlavní buňky splývají, vzniká zygota a dále se rozmnožují sporogonií (tvoří spory). Druhým typem pohlavního rozmnožování je konjugace, tzv. spájení. Při tomto typu rozmnožování se dvě buňky dočasně spojí a vymění si část hmoty malého jádra (*micronuclea*) a dále se množí dělením (Zicháček, 2000).

2. 1. 3 Význam prvoků

Naprostá většina druhů prvoků obývá různé vodní ekosystémy (sladké i slané vody), kde spolu s autotrofními mikroorganismy (jednobuněčnými řasami) a drobnými korýši tvoří vodní plankton. Prvoci jsou orientačními ukazateli čistoty vody, tzv. bioindikátory. Plankton je potravou pro větší vodní živočichy. Prvoci tvořící plankton se živí především bakteriemi a mrtvými těly mnohobuněčných živočichů. Prvoci jsou tedy složkou potravního řetězce (Churý a kol., 1966).

Půdní druhy prvoků jsou složkou edafonu, jsou zapojeny do dekompozičních řetězců, čímž ovlivňují úrodnost půd (Dogel, 1961).

Některé druhy prvoků jsou parazité (cizopasníci). Parazitují (cizopasí) v tělech mnohobuněčných živočichů a často způsobují vážná onemocnění svých hostitelů, jak zvířat, tak i člověka. Tito prvoci se nazývají patogenní (choroby způsobující). V našich podmínkách mají ekonomický význam kokcidiózy hospodářských zvířat a lovné zvěře nebo trichomonózy drůbeže. K rozšířeným parazitózám člověka u nás patří urogenitální trichomonóza a toxoplazmóza. V subtropických a tropických oblastech, tj. především v chudých rozvojových zemích, jsou to malárie, leishmaniózy, trypanosomózy, babesiózy a theilerióza. Např. v Africe je rozšířený bičíkovec trypanozoma spavičná (*Trypanosoma brucei gambiense*) žijící v krvi člověka a způsobující svému hostiteli spavou nemoc. Přenašečem tohoto prvoka z jednoho člověka na druhého je tropická moucha – bodalka tsetse. Prvoci rodu zimnička jsou původci malárie. Přenašečem zimniček jsou komáři (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007).

Bylo by však nesprávné si prvoky ztotožňovat s nevítanými patogeny. Naopak je třeba si uvědomit, že pro existenci a správné fungování biosféry jsou prvoci resp. protista podobně jako např. bakterie daleko významnější než velké mnohobuněčné organismy (Braniš, 2004).

2. 1. 5 Ekologie prvoků

Studium ekologie prvoků je komplikováno mikroskopickými rozměry těchto organismů. Určení různých prvoků v jejich přírodním prostředí je velmi obtížné. Volně žijící bentická společenstva rychle mění svou četnost i druhové složení a dávají přednost životu v mikrobiotopech. Přesná identifikace prvoků v terénu vyžaduje praktickou zkušenost a znalost taxonomie. Protozoa hrají důležitou úlohu v přírodním prostředí, hlavně planktonická společenstva (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Volně žijící prvoci obývají prostředí, jež je soustavně ovlivňováno jejich prokaryotickými i eukaryotickými příbuznými i jimi samotnými. Prostředí, ve kterém prvoci rostou a množí se, je výsledkem působení abiogenních a biogenních sil. K utváření povrchu Země přispívají protozoa svou aktivitou (př. tvorba pohoří

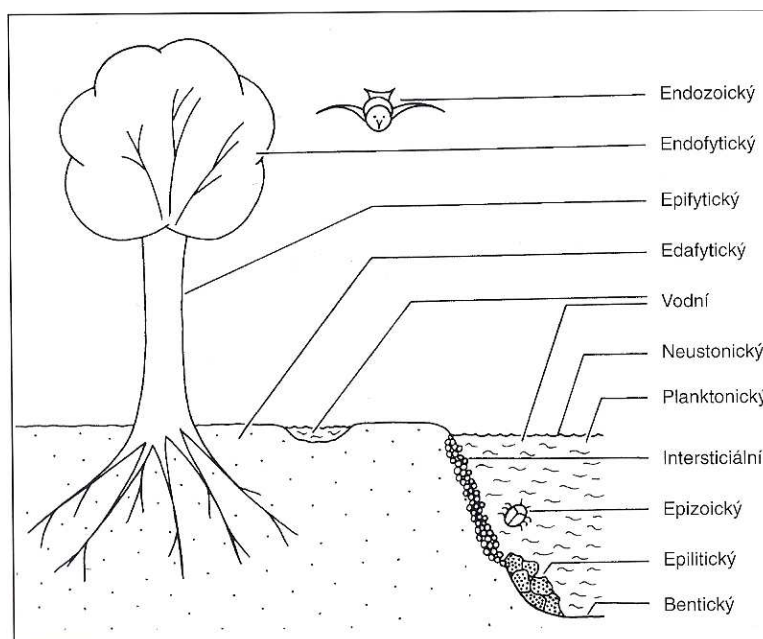
ze schránek mřížovců, fotosyntetická činnost apod.). Protozoa obývají různé typy vodního prostředí nebo alespoň vlhkého prostředí (Ziegler, 2001).

2. 1. 5. 1 Faktory ovlivňující rozšíření prvoků

Abiotické a biotické faktory určují výskyt a rozšíření prvoků. Abiotické faktory mají fyzikální a chemickou povahu. K biotickým faktorům patří např. zásoby potravy, kompetice a vztahy mezi predátory a kořistí. Souhrn abiotickým faktorů nám určuje, zda v daném biotopu mohou či nemohou určití prvoci žít. Biotické faktory mají význam při určování relativní četnosti specifických populací (Hausmann, Hülsmann, 2003).

2. 1. 5. 1. 1 Abiotické faktory

Uvažujeme-li o prvocích jako o jednom velkém souboru organismů, lze říci, že snášejí různá prostředí, se širokým rozsahem fyzikálních a chemických faktorů. Prvoci se vyskytují ve velmi rozmanitých biotopech (obr. 1). Laboratorními pokusy byla získána většina informací o vlivu abiotických faktorů a byla doplněna o měření prováděnými v přírodním prostředí. Laboratorní pokusy s kulturami prokázaly, že mnozí sladkovodní nálevníci mohou přežít v mořské vodě, pokud se pomalu a postupně adaptují na vyšší salinitu (Hausmann, Hülsmann, 2003).



Obrázek 1: Nejdůležitější životní prostředí prvoků. Převzato z Hausmann, Hülsmann, (2003).

Mezi abiotické parametry patří chemické faktory – vlhkost, iontová koncentrace, pH, koncentrace rozpuštěných plynů a fyzikální faktory – světlo, teplota a pohyb vody. Vlivy jednotlivých faktorů není možné od sebe oddělovat, a jelikož působí spíše jako celek (často ve spojení s biotickými faktory), je obtížné vyhodnotit jejich specifickou důležitost nebo účinek (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Voda

Alespoň nepatrný objem volné vody je nutný pro existenci protozoí. Už méně důležité je, zda je to voda sladká či slaná. Zcela suché biotopy nemohou být prvoky osídleny. Mnozí jednobuněční si vytvářejí cysty, ve kterých mohou přežít po dlouhou dobu i vyschnutí. Někteří jednobuněční dokonce tvoří sklerocia, v nichž přežívají celé roky v klidovém stavu známém jako kryptobióza (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Vzduch, který ve srovnání s vodou představuje „suché“ prostředí, je také

prvky využíván, například pro rozšiřování cyst nebo spor.

Také teploty pod bodem mrazu můžeme považovat za bezvodé podmínky, protože při nich se voda stává pevnou látkou a nemůže sloužit jako rozpouštědlo pro metabolickou činnost. Ke všemu pevné okolí znemožňuje prvkům pohyb. Tudíž cysty, které jsou odolné vůči suchu, jsou často odolné i vůči mrazu.

Teplota

Většina prvků dokáže žít v teplotním rozmezí od bodu mrazu až k maximu 40°C. Někteří prvoci ale snášejí i extrémní teploty (nálevník *Oxytricha fallax* snáší teploty od 41°C do 56°C, nálevníci rodu *Euplotes* snáší teploty -2°C).

Kyslík

Mnoho prvků je odkázáno na kyslík rozpuštěný v okolním prostředí. Díky svým mikroskopickým rozměrům nepotřebují tak vysoké koncentrace kyslíku jako mnohobuněční, protože v jejich buňce dochází ke snadné difuzi kyslíku. Z toho vyplývá, že mnoho druhů prvků může žít v biotopech s mimořádně nízkými koncentracemi kyslíku. Mnozí nálevníci v prostředí s nízkou koncentrací kyslíku nebo ve stojatých vodách mají v cytoplazmě jednobuněčné zelené řasy rodu *Chlorella*, nazývané zoochlorelly. Zoochlorelly se mohou ve svých hostitelích vyskytovat obligátně nebo fakultativně. Z přítomnosti jednobuněčných zelených řas rodu *Chlorella* v buňce plyne pro nálevníky výhoda v zásobování fotosynteticky vyrobenými cukry a také kyslíkem vznikajícím při fotosyntéze (Hausmann, Hülsmann, 2003)

Substráty

Pro přisedlé organismy i pro ty, které potřebují pro svůj pohyb nějaký povrch, jsou substráty a jejich fyzikální a chemické vlastnosti velmi důležité. Z fyzikálního hlediska je důležitá nízká rychlost proudění, kterou lze v proudících vodách pozorovat těsně u povrchu podkladu. Důležitými biotopy prvků jsou okrajové části a tišiny v potocích a řekách. Část společenství ve všech biotopech

tvoří přisedlí prvoci. Díky hojnosti mikrobiálních potravních částic a potenciálních živin může být velký počet druhů pozorován zejména v sousedství částic sedimentu a jejich shluků (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Přisedlé, mechanicky přichycené druhy, které získávají potravu filtrací vody („filtrátoři“), využívají pohybu řasinek k přihánění potravy, ne k lokomoci. Jejich buňka přitom potřebuje být vyvýšena nad podklad, aby mohla vyvolat přiměřené proudění vody. To zaručují stonky nebo protáhlý tvar těla. Účinnost filtrační činnosti může být zvýšena tvorbou kolonií. Ty se mohou vznášet ve vodě (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Lezoucí améby mohou vytvořit z pseudopodií přitisknutých k podkladu past, jejíž pomocí se zmocňují své kořisti – fagocytózou.

Evoluční význam tohoto vysokého stupně specializace tkví pravděpodobně v tom, že se tím prvoci vyhnou kompetici. Způsoby rozpoznávání substrátů nejsou známy (Hausmann, Hülsmann, 2003).

2. 1. 5. 1. 2 Biotické faktory

Mezi nejdůležitější biotické faktory patří zásoba potravy, kompetice s ostatními organismy a vztahy mezi predátory a kořistí.

Prvoci, kteří mají generační dobou několik týdnů nebo měsíců (př. dírkonošci), mohou žít jen ve velmi stabilních biotopech. Za normálních okolností představují jeden článek složité biocenózy, který je předem definován možnostmi daného prostředí. Prvoci, kteří mají generační dobou několik hodin, naproti tomu využijí potravní zásoby rychle. Takové populace (ať jsou to améby, bičíkovci nebo nálevníci) většinou mizí tak rychle, jak se objevily (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Osídlení nového prostředí je prvním krokem budování nové biocenózy. Pokusy s umělými substráty v sladkovodních nádržích ukázaly, že během tří týdnů se na nich usadilo asi 60 různých druhů. Malí bičíkovci jsou obvykle „průkopnickými druhy“, po nich následují malé améby a nálevníci. Jejich potravou jsou bakterie, sinice, řasy a různí jednobuněční zástupci říše Chromista (př. rozsivky). Skladbu společenstva potravních organismů do značné míry ovlivňuje – kvantitativně i kvalitativně – jejich konzumace prvoky. Během vzniku

těchto biocenóz je jejich prostředí modifikováno, vznikají nové ekologické niky, hlavně pro prvoky – predátory (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Pořadí, ve kterém se objevují různé druhy, se nazývá sukcese. Laboratorní pokusy ukázaly, že protozoární biocenózy nejsou stabilní, ale mohou se rychle a dramaticky měnit – někdy i během jediného dne. Sukcese je zřejmě výsledkem vyčerpání specifických potravních zásob i dominance nových predátorů.

V přírodních biotopech je ovšem situace složitější – na populační hustotu různých druhů působí ještě další faktory. Někteří prvoci mohou být požíráni třeba rybím potěrem, vodními plži, ploštěnkami nebo máloštětinatými červy – ostatní zahynou kvůli potravní kompetici s vířníky.

Populace prvoků mohou žít v prostředích, ve kterých žije málo metazoi, nebo ve kterých nežijí žádná. Prvoci si vyvinuli charakteristické strategie pro případné vyčerpání potravních zásob. Jednou z nich je tvorba klidových cyst. Přisedlé formy se změní v dočasně pohyblivé a do nového biotopu se dostanou buď aktivním plaváním, nebo pasivní flotací. Jiným příkladem této strategie je tvorba telotrochových stádií u nálevníků rodu *Epistylis* a přeměna měňavek třídy Schizopyrenida v bičíkatá stádia nebo ve vznášivé formy typu *radiosa* u nahých měňavek. Jiní prvoci naprosto znehybní a minimalizují metabolismus, který poskytuje jen 2 – 4% energie normálně potřebné pro život. Další možností je vylučovat do okolního média metabolity, které brzdí růst (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Na dostupnosti potravy v protozoárním biotopu závisí bohatství druhů a četnost jednotlivých druhů. Překrývání nik jednotlivých druhů je minimalizováno také specializací na různou potravu.

Heterotrofní, volně žijící prvoci pohlcují skoro každý druh organické hmoty – bakterie, sinice, ostatní heterotrofní a autotrofní prvoky, houby a jejich spory, malá metazoa a rozkládající se tkáň rostlin a živočichů. Nejdůležitějším faktorem omezujícím příjem potravy u těchto prvoků je stavba ústního aparátu. Různé druhy téhož rodu nálevníků jsou schopny filtrovat potravní částičky o zcela specifickém rozsahu velikosti (Hausmann, Hülsmann, 2003).

2. 1. 5. 2 Biogeografie prvoků

Mnoho volně žijících prvoků mírného pásma jsou patrně kosmopolitní. V některých případech se ale ukázalo, že určité druhy daného rodu žijí jen v určitých částech světa. Ve většině případů ale spolehlivé údaje chybí, jelikož tomuto aspektu ekologie prvoků nebyla dosud věnována dostatečná pozornost.

Někteří prvoci žijí jen v tropických oblastech, což platí jak pro mořské, tak i pro sladkovodní formy. Například velké foraminifery mohou žít jen v prosluněných mělkých vodách tropických pobřeží (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Důvodem celosvětového rozšíření některých protozoárních druhů může být výskyt identických nebo podobných mikrobiotopů a široká škála způsobů a možností jejich šíření. Díky svým malým rozměrům mohou být mnozí prvoci přenášeni na velké vzdálenosti jinými organismy – například v malých kapkách vody nebo ve vlhkém materiálu. Jako jiné heterotrofní a fototrofní organismy mohou být rozváženi také ve vodní zátěži lodí. Cysty může do daleka roznášet vítr (Hausmann, Hülsmann, 2003).

2. 2 Jednobuněčné organismy (prvoci) v učebnicích přírodopisu pro 6. ročník základní školy a biologie pro vyšší stupeň gymnázia

Téma jednobuněčné organismy, konkrétně prvoky jsem sledovala v celkem jedenácti učebnicích přírodopisu pro základní školy, jedná se o publikace určené pro 6. ročník, ve kterém se probírá zoologie a v devíti učebnicích pro vyšší stupeň gymnázií.

2. 2. 1 Učebnice přírodopisu pro 6. ročník základní školy

Učivo týkající se prvoků jsem hledala v těchto učebnicích pro 6. ročník základní školy:

HAVLÍK, I. (1998): *Přírodopis 6, učebnice pro 6. ročník*. Brno: Nová škola, 80 s.

VILČEK, Fr., LIŠKOVÁ, E., ALTMAN, A., KORÁBOVÁ, A. (1986): *Přírodopis 6*. 1. vyd. Praha: SPN, 207 s.

JURČÁK, J., FRONĚK, J. a kol (1997): *Přírodopis 6*. Praha: SPN, 64 s.

SKÝBOVÁ, J., PAVELKOVÁ, J. (2003): *Přírodopis zoologie I pro ZŠ pro sluchově postižené*. 1. vyd. Praha: Septima, 79 s.

ČERNÍK, V., BIČEK, V., MARTINEC, Z. (1999): *Přírodopis I pro 6 ročník ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1. vyd. Praha: SPN, 103 s.

MALENINSKÝ, M., SMRŽ, J. (1997): *Zoologie bezobratlí 1, učebnice pro ZŠ a nižší stupeň víceletých gymnázií*. 1. vyd. Praha: ČGS, 63 s.

KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., PECINA, P., FRONĚK, J., CAIS, J. (1995): *Poznáváme život*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 77 s.

KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., PECINA, P., FRONĚK, J., CAIS, J. (1993): *Přírodopis pro 5. ročník ZŠ (6. ročník občanské školy) a nižší ročník gymnázií s výrazným ekologickým zaměřením*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 139 s.

DOBRORUKA, L. J., CÍLEK, V., HASCH, Fr., STORCHOVÁ, Z. (1997): *Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ*. Praha: Scientia, 127 s.

ČABRADOVÁ, V., HASCH, Fr., SEJPKA, J., VANĚČKOVÁ, I. (2003): *Přírodopis pro 6. ročník ZŠ a primu víceletého gymnázia*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 120 s.

Ve všech těchto učebnicích byla zmíněna ekologie prvoků. Nejčastějším zástupcem, který byl uváděn, byla treпка velká (*Paramecium caudatum*). Celkem 7 učebnic z jedenácti uvádí také jako zástupce měňavky (*Amoebae*). Šest učebnic z jedenácti uvádí ještě jako zástupce trypanosomu spavičnou (*Trypanosoma brucie gambiense*) a šest učebnic ze zmiňovaných jedenácti obsahuje také buď krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) nebo krásnoočko zelené (*Euglena viridis*).

Pouze v učebnicích Kvasničková et al. (1993) a Kvasničková et al. (1995) je stavba těla a rozmnožování zmíněna v nedostatečné míře. Všechny ostatní učebnice se stavbě těla a způsobu rozmnožování věnují, podle mého názoru dostatečně.

Pouze tři učebnice – konkrétně Skýbová et al.(2003), Černík et al. (1999) a Dobroruka et al. (1997) – neuvádějí žádné laboratorní cvičení, i když pomocí laboratorních cvičení si žáci učivo lépe zapamatují.

O významu prvoků se nezmiňuje pouze učebnice Kvasničková et al. (1993)

Tabulka 1: Zastoupení učiva o jednobuněčných organismech v učebnicích pro 6. ročník základní školy.

Vysvětlivky zkratk tabulky 1: E – ekologie, St. T. –stavba těla, P – potrava, R – rozmnožování, Lab. cv. – laboratorní cvičení, Po – pohyb, V – význam.

	Zmíněné druhy	E	St. T.	P	R	Lab. cv.	Po	V
Skýbová, J., Pavelková, J. (2003), Septima	trepka velká Trypan. sp. měňavky	ano	ano	ano	ano	ne	ano	ano
Čabradová et al. (2003), Fraus	Trypan. sp. měňavka úplavičná krásnoočko zelené	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Kvasničková et al. (1993), Fortuna	krásnoočko štíhlé trepky	ano	ae	ano	ne	ano	ano	ne
Dobroruka et al. (1997), Scientia	krásnoočko měňavky trepka velká Trypan. sp.	ano	ano	ano	ano	ae	ano	ano
Černík et al. (1999), SPN	krásnoočko trepka velká měňavka velká Trypan. sp.	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Maleninský et al. (1997), ČGS	trepka velká Trypan. sp.	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano/ne
Jurčák et al. (1997), SPN	krásnoočko štíhlé trepka velká měňavky	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Maleninský et al. (2004), ČGS	krásnoočko trepka	ano	ano	ano	ano	ae	ano	ano
Kvasničková et al. (1995), Fortuna	trepka měňavka	ano	ae	ano	ano	ae	ne	ano
Havlík (1998), Nová škola	krásnoočko trepka měňavka	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Vilček et al. (1986), SPN	trepka velká Trypan. sp. měňavky	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano

2. 2. 1. 1 SWOT analýza učebnic přírodopisu pro 6. ročník základní školy

SWOT analýzou jsem hodnotila jedenáct učebnic přírodopisu pro 6. ročník. Hodnotila jsem jak vizuální stránku, tak i obsahovou.

Název metody SWOT je odvozen od anglických slov Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (nebezpečí, hrozby) (převzato z <http://www.cevelova.cz/proc-swot-analyza/>).

Některé učebnice bych při své praxi rozhodně nepoužila - konkrétně Maleninský et al. (1997) a Maleninský et al. (2004) – tyto dvě učebnice mají učivo nepřehledně uspořádané, žáci by se při studiu mohli ztrácet v textu, který je navíc přehuštěný. V učebnici Maleninský et al. (1997) jsou obrázky černobílé, což v některých případech není dostačující.

Nejvíce mě potěšily učebnice Havlík (1998); Vilček et al. (1986); Jurčák et al. (1997); Černík et al. (1999) a Čabradová et al. (2003). V těchto učebnicích je učivo přehledné, učebnice mají otázky a úkoly týkající se učiva. Dvě z těchto učebnic, konkrétně Jurčák et al. (1997) a Čabradová et al. (2003), mají k dispozici k učebnicím i pracovní sešity. Učebnice Jurčák et al. (1997) obsahuje kromě pracovního sešitu i příručku pro učitele. V učebnici Havlík (1998) je na konci učebnice slovníček pojmů, což je vhodné pro snadnou orientaci v učebnici. Laboratorní cvičení vhodné na téma jednobuněčné organismy, konkrétně prvoky, obsahují jen tyto tři učebnice Jurčák et al. (1997), Vilček et al. (1986) a Havlík (1998). Učebnice Havlík (1998) uvádí jako laboratorní práci pozorování trepek v inkoustu/tuši a neutrální červení. Učebnice Vilček et al. (1986) uvádí jako laboratorní práci pouze pozorování trepek v senném nálevu. Učebnice Jurčák et al. (1997) nabízí laboratorní práci pozorování nálevníků – v octu, soli a saponátu.

V žádné z těchto učebnic není zařazeno barvení prvoků – kromě Havlík (1998), kde se zabývají barvením trepyky velké (*Paramecium caudatum*).

Tabulka 2: SWOT analýza učebnic přírodopisu pro 6. ročník ZŠ (vysvětlení SWOT analýzy výše v textu).

	S	W	O	T
Skýbová, J., Pavelková, J. (2003), Septima	-----	laboratorní práce	obrázky	stručný text
Čabradová et al. (2003), Fraus	otázky a úkoly pracovní sešit	-----	zajímavosti na okraji stránky	-----
Kvasničková et al. (1993), Fortuna	-----	posloupnost učiva	schémata učiva	mnoho otázek
Dobroruka et al. (1997), Scientia	-----	laboratorní práce	zajímavosti v rámečcích	-----
Černík et al. (1999), SPN	otázky za kapitolami přehlednost	laboratorní práce	shrnutí za kapitolami barevné odlišení	-----
Maleninský et al. (1997), ČGS	-----	nepřehlednost	-----	černobílé obrázky přehuštěný text
Jurčák et al. (1997), SPN	příručka pro učitele pracovní sešit	umělé obrázky	laboratorní cvičení	přehuštěný text
Havlík (1998), Nová škola	obrázky slovníček pojmů	barvení prvoků	barevné odlišení laboratorní cvičení	-----
Vilček et al. (1986), SPN	otázky a úkoly obrázky	barvení prvoků	laboratorní cvičení	-----
Maleninský et al. (2004), ČGS	-----	nepřehlednost	-----	přehuštěný text malé písmo
Kvasničková et al. (1995), Fortuna	obrázky	-----	-----	stručnost

2. 2. 2 Učebnice biologie pro vyšší stupeň gymnázií

Učivo týkající se prvoků jsem hodnotila v těchto učebnicích pro vyšší stupeň gymnázií:

BECKETT, B., GALLAGHEROVÁ, R. (1998): *Přehled učiva biologie*. Praha: Svojtka & Co, 223 s.

BUMERL, J. a kol. (1997): *Biologie I pro střední odborné školy*. Praha: SPN, 221 s.

HANČOVÁ, H., VLKOVÁ, M. (1998): *Biologie II v kostce pro střední školy*. Havlíčkův Brod: Fragment, 151 s.

PAPÁČEK, M., MATĚNOVÁ, V., MATĚNA, J., SOLDÁN, T. (1994): *Zoologie*. Praha: Scientia, 286 s.

ROSYPAL, S. a kol. (2003): *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia, 797 s.

SMRŽ, J., HORÁČEK, I., ŠVÁTORA, M. (2004): *Biologie živočichů pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 207 s.

BERGER, J. (1997): *Systematická zoologie, učebnice biologie pro gymnázia a střední odborné školy*. Havlíčkův Brod: Tobiaš, 223 s.

ROSYPAL, S. a kol. (1998): *Přehled biologie*. Praha: Scientia, 642 s.

JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. (2004): *Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část)*. Olomouc, 574 s.

Ekologii prvoků se věnuje osm učebnic z devíti, pouze učebnice Beckett a kol. (1998) se o ekologii nezmiňuje. Nejčastějšími zástupci, kteří byli v učebnicích jmenováni, byly trepka velká (*Paramecium caudatum*) a měňavka velká (*Amoeba proteus*). Dalším často uváděným zástupcem byla trypanosoma spavičná (*Trypanosoma brucei gambiense*). Méně častými zástupci, kteří byli uváděni v učebnicích – konkrétně byli zmíněni pouze vždy v jedné učebnici, byli krásnoočko zelené (*Euglena viridis*), měňavka úplavičná (*Entamoeba histolytica*) a měňavka včelí (*Maplighamoeba mellificae*). Tři učebnice uvádějí jako zástupce krásnoočka (Euglenida) obecně.

Stavbě těla se věnuje sedm učebnic z devíti. Stavba těla není vůbec zmíněna v učebnici Beckett a kol. (1998) a jen částečně v učebnici Bumerl a kol. (1997).

Pouze učebnice Beckett a kol. (1998) se nezmiňuje o rozmnožování prvoků.

Pět učebnic z devíti neobsahuje žádná laboratorní cvičení, která jsou k výuce, myslím si, nepostradatelná. Konkrétně jsou to učebnice Beckett a kol. (1998), Bumerl a kol. (1997), Hančová a kol. (1998), Papáček a kol. (1994) a Smrž a kol. (2004). Velmi mě potěšila učebnice Jelínek, Zicháček (2004), ve které byla zpracována laboratorní cvičení i na barvení prvoků. Konkrétně se v učebnici Jelínek, Zicháček (2004) věnují barvení krásnoočka (*Euglena*) methylovou zelení, dále barvením trepky velké (*Paramecium caudatum*) methylovou modří, neutrální červení a tuší. Učebnice Bumerl a kol. (1997) se věnuje barvení neutrální červení a tuší. Ostatní učebnice, které obsahují laboratorní cvičení, se ale vůbec nevěnují barvení prvoků, i když pomocí barvení se dají pěkně ukázat jednotlivé orgány.

V učebnici Beckett a kol. (1998) není uveden význam prvoků.

Kdybych si vybírala učebnici, podle které bych chtěla vykonávat svou práci, určitě bych si vybrala učebnici Jelínek, Zicháček (2004).

Tabulka 3: Zastoupení učiva o jednobuněčných organismech v učebnicích pro vyšší stupeň gymnázií.

Vysvětlivky zkratk tabulky 3: E – ekologie, St. T. –stavba těla, P – potrava, R – rozmnožování, Lab. cv. – laboratorní cvičení, Po – pohyb, V – význam.

	Zmíněné druhy	E	St. T.	P	R	Lab. Cv.	Po	V
Beckett a kol. (1998), Svajtko & Co	trepka velká krásnoočko měňavka velká	ne	ne	ano	ne	ne	ano	ne
Bumerl a kol. (1997), SPN	měňavka úplavíčná měňavka včelí trepka velká	ano	ne	ano	ano	ne	ano	ano
Hančová a kol. (1998), Fragment	krásnoočko zelené trepka velká Trypan. sp. měňavky	ano	ano	ne	ano	ne	ano	ano
Papáček a kol. (1994), Scientia	měňavky trepka	ano	ano	ano	ano	ne	ano	ano
Rosypal a kol. (2003), Scientia	trepka velká měňavky Trypan. sp. krásnoočka	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Smrž a kol. (2004), Fortuna	měňavky Trypan. sp.	ano	ano	ano	ano	ne	ano	ano
Berger (1997), Tobiaš	trepka velká měňavky Trypan. sp.	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Rosypal a kol. (1998), Scientia	pouze vyjmenování	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Jelínek a kol. (2004), Olomouc	trepka velká Trypan. sp. měňavky krásnoočka	ano	ano	ano	ano	ne/ano	ano	ano

2. 2. 2. 1 SWOT analýza učebnic biologie pro vyšší stupeň gymnázií

SWOT analýzou (vysvětlení výše v textu) jsem hodnotila devět učebnic biologie pro vyšší stupeň gymnázií. Hodnotila jsem jak vizuální stránku, tak i obsahovou.

Učebnice Rosypal a kol. (1998) a Hančová a kol. (1998) se mi při SWOT analýze líbily nejméně. Text v těchto dvou učebnicích je nepřehledný – přehuštěný a obrázky, které tyto učebnice obsahují, jsou pouze černobílé.

Bumerl a kol. (1997) mě potěšil i nepotěšil. Potěšilo mě, že tato učebnice uvádí barvení prvoků – tudíž obsahuje laboratorní cvičení a má ve svém textu zvýrazněné důležité termíny. Naopak je ale nepřehledná (přehuštěnost textu) a obsahuje černobílé obrázky.

V učebnici Papáček a kol. (1994) je hezky zpracován souhrn učiva za každou kapitolou. Tato učebnice neobsahuje laboratorní cvičení, je nepřehledná a má černobílé obrázky.

Učebnice Rosypal a kol. (2003), Rosypal a kol. (1998), Smrž a kol. (2004) a Berger (1997) neuvádějí žádná laboratorní cvičení, natož jakékoli barvení prvoků.

Nejvíce mě zaujala učebnice Jelínek, Zicháček (2004), která má u kapitol otázky a úkoly, obsahuje laboratorní cvičení a hlavně se věnuje i barvení prvoků – konkrétně methylenovou modří, neutrální červení a tuší.

**Tabulka 4: SWOT analýza učebnic biologie pro vyšší stupeň gymnázií
(vysvětlení SWOT analýza učebnic přírodopisu pro 6. ročník základní školy)**

	S	W	O	T
Beckett a kol. (1998), Svajtko & Co	-----	laboratorní cvičení	obrázky	-----
Bumerl a kol. (1997), SPN	zvýrazněné termíny barvení prvků	nepřehlednost	laboratorní cvičení	černobílé obrázky přehuštěný text
Hančová a kol. (1998), Fragment	-----	nepřehlednost laboratorní cvičení	-----	černobílé obrázky přehuštěný text
Papáček a kol. (1994), Scientia	souhrn učiva za kapitolou	nepřehlednost laboratorní cvičení	-----	přehuštěný text černobílé obrázky
Rosypal a kol. (2003), Scientia	tučné výrazy obrázky	laboratorní cvičení	tabulky grafy	-----
Smrž a kol. (2004), Fortuna	otázky a úkoly za kapitolou	laboratorní cvičení	-----	černobílé obrázky
Berger (1997), Tobiáš	přehlednost	barvení prvků laboratorní cvičení	-----	černobílá
Rosypal a kol. (1998), Scientia	-----	nerozlišený text (tučností) laboratorní cvičení	-----	černobílé obrázky
Jelínek a kol. (2004), Olomouc	otázky a úkoly barvení prvků	-----	laboratorní cvičení	-----

2. 3 Charakteristika vybraných modelových zástupců

Jako modelové zástupce pro laboratorní práce jsem zvolila trepku velkou (*Paramecium caudatum*), měňavku velkou (*Amoeba proteus*) a krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*). Dalším zástupcem, se kterým jsem pracovala, byla *Tetrahymena thermophila*, kterou jsem používala jako zdroj potravy pro měňavku velkou (*Amoeba proteus*).

2. 3. 1 Trepka velká (*Paramecium caudatum*)

Trepku velkou (*Paramecium caudatum*) zařazuje Hausmann a Hülsmann (2003) v systému prvků do nadříše *Eukaryota*, říše *Mastigota*, podříše *Dimastigota*, nadkmene *Metakaryota*, kmene *Alveolata*, podkmene *Ciliophora*, nadtřídy *Cyrtophora*, třídy *Nassophorea* a řádu *Peniculida*. Čepička, Lukeš a Vávra (2007) řadí trepku velkou (*Paramecium caudatum*) do skupiny *Chromalveolata* a kmene *Ciliophora*. České jméno tohoto kmene nálevnicí (*Ciliophora*) je odvozeno podle toho, že tyto organismy jsou významnou složkou tzv. nálevů – organický materiál, který se rozkládá ve vodě (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007).

Nálevníci jsou prvoci s nejsložitější tělesnou stavbou (Benešová a kol., 2003). Trepku můžeme nejsnáze získat ze senného nálevu, který lze připravit ze sena (trávy) a vody – nejlépe akvarijní (Buchar, 1993). Dosahuje velikosti až 0,2 mm. Trepka se živí bakteriemi a drobnými řasami. Trepky jsou potravou rybího potěru. Mají ekologický význam jako indikátor znečištění vod, množství trepek je přímo úměrné stupni znečištění (Braniš, 2004). Trepka se vyskytuje ve sladké vodě i ve vodě mořské, ale také v žaludku přežvýkavců (Berger, 1997). Nepříznivé podmínky trepky přežívají ve formě cysty (Altman, Lišková, 1979).

Cytoplazma trepky velké je rozlišena ve vnější ektoplazmu, která je na povrchu krytá jemnou a ohebnou pelikulou, a ve vnitřní zrnitou a tekutou endoplazmu (Berger, 1997). Pelikula je elastická, tudíž v menší míře umožňuje změny tvaru buňky – ohýbání a protahování (přelévání endoplazmy). Pelikula se skládá ze čtyř elementárních membrán a každá je tvořena centrální lipidní

vrstvou a periferní vrstvou bez lipidů. Pelikula je propustná pro vodu a kyslík, proniká jí také oxid uhličitý z těla do okolní vody (Buchar, 1993). Pod pelikulou je průzračná (hyalinní) vrstva plazmy, ve které jsou uloženy trichocysty a zakotveny brvy (*cilie*) (Altman, Lišková, 1979).

Trepka velká (*Paramecium caudatum*) se vyznačuje jaderným dualismem, což je přítomnost dvou morfologicky a funkčně odlišných typů jader. V endoplazmě je objemné haploidní jádro – makronukleus (vegetativní jádro) a vedle něho diploidní jadérko – mikronukleus (generativní jádro) jež téměř neobsahuje RNA (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007)., potravní a stažitelné vakuoly a četné inkluze, př. bílkovinné krystalky, krystalky fosforečnanu vápenatého a tukové kapky. Inkluze obsahují uskladněné látky bez aktivní funkce, bez vlastních enzymů. Krystalky fosforečnanu vápenatého jsou z těla trepky odstraňovány jako exkřety (Zicháček, 2000).

Otáčeli-li se trepka, můžeme vidět na její spodní straně v pelikule brázdu, tzv. příústní pole (peristom), které se zužuje doleva a dozadu v nálevkovitou předsíň, jejíž horní část je kryta brvami. Ústní předsíň přechází v buněčná ústa (cytostom), která pokračují dovnitř buňky zahnutým buněčným hltanem (cytofarynx). Ten se zužuje v krátký a ještě užší úsek označovaný jako buněčný jícen, který končí slepě v buněčném těle a je oddělen od ostatní plazmy jen elementární membránou (Ruppert a kol, 2004).

Brvy umožňují pohyb trepky. Brvy jsou vlastně normální krátké bičíky, které jsou uspořádané v podélných řadách zvaných kinety (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007). Každá brva má elastickou osu, která je potažena tenkou vrstvou stažitelné ektoplazmy. Osa je spojena s bazálním tělískem, za ním pokračuje jemným kořenem, který sahá až k hranici mezi ektoplazmou a endoplazmou. Pohyb trepky je velmi složitý. Opisuje dlouze protaženou spirálu a současně se otáčí šroubovitě kolem podélné osy (Altman, Lišková, 1979).

V mezerách mezi brvami pod pelikulou v ektoplazmě jsou trichocysty, to jsou tělíška lahvicovitého tvaru, která mohou být stažením vymrštna do okolního prostředí. Trichocysty měří okolo 4 μm . Vystřelené trichocysty okamžitě bobtnají v jehlicovité útvary, které jsou 6 až 10krát delší než trichocysta v klidu a vytvářejí kolem trepky ochranný obal. Trichocysty jsou tvořeny měchýřkem, který obsahuje tekutinu, jež se ve styku s vodou sráží v pevný útvar (Zicháček, 2000).

Proud vody vyvolaný pohybem brv strhne drobnou potravu – různé

mikroorganismy – do příústního pole a buněčných úst, odtud do buněčného hltanu a buněčného jícnu, kde elasticnost základní membrány umožňuje tvorbu potravních vakuol. Potravní vakuola nejprve visí na buněčném jícnu a plní se zachycenou potravou. Stahem bazálních částí hltanových vláken se od buněčného jícnu odděluje (Berger, 1997). Trávení v potravních vakuolách probíhá v několika fázích. V první fázi je reakce uvnitř vakuoly alkalická, v druhé fázi – kyselé – se potravní vakuola zmenšuje a obsah se okyseluje (na pH 4 až maximálně na pH 1,4). Následuje druhá alkalická fáze doprovázená zvětšením potravní vakuoly a vstřebáváním kapiček, které se vytvořily na přijaté potravě. V poslední fázi dochází ke druhému zmenšení potravní vakuoly a k vyloučení zbytků potravy otvorem v pelikule, tzv. buněčnou řítí (cytopyege). Tady vakuoly praskají a vyprazdňují svůj obsah mimo tělo. Strávené látky prolínají z potravních vakuol do endoplazmy, kde někdy tvoří inkluze glykogenu. Po usmrcení trepky se glykogen snadno barví hnědě Lugolovým roztokem (Zicháček, 2000).

Na obou koncích trepky pozorujeme po jedné pulsující vakuole, která na rozdíl od potravních vakuol nemění svou polohu v těle. Okolo pulsujících vakuol je v ektoplazmě rozloženo 7 až 10 hvězdčovitě uspořádaných sběrných kanálků. Uprostřed mezi nimi je sběrný měchýřek vlastní pulsující vakuoly, která je spojena krátkým vývodovým kanálkem s otvůrkem ležícím na povrchu těla – exkreční porus (Altman, Lišková, 1979). Pulsující vakuola pomalu zvětšuje svůj objem a přírodní kanálky se postupně zmenšují. Náhlým stahem vyvrhne vakuola svůj obsah z těla ven. Pulsující vakuoly mají význam pro vyrovnávání osmotického tlaku, jejich funkce je tedy osmotická, ale také dýchací a exkreční. Rytmus jejich stahu závisí na teplotě a složení okolního prostředí. Obě pulsující vakuoly se stahují střídavě. Jedna pulsující vakuola vyprázdní svůj obsah (systola), druhá se naplňuje (diastola). Pulsující vakuoly regulují i obsah vody v těle (Ruppert a kol, 2004).

Když trepku velkou usmrtíme a obarvíme methylovou zelení, jaderný aparát se zbarví zeleně. Zřetelně potom rozeznáme velké jádro (makronukleus) a malé jádro (mikronukleus). Obě jádra všech nálevníků mají rozdílnou funkci. Makronukleus je vegetativním jádrem a mikronukleus je jádrem reprodukčním (Lelláková a kol., 1985).

Buňka trepky plní všechny funkce. Trepka se nejčastěji rozmnožuje příčným dělením, což je rozmnožování nepohlavní, ale také pohlavně, tzv.

konjugací. Při konjugaci se k sobě dva jedinci přiloží buněčnými ústy. Poté dojde k rozpadu makronukleu a v každém jedinci se dvakrát rozdělí mikronukleus. Vzniknou z něj čtyři jádra, ale tři degenerují a jádro nejbližší buněčným ústům se redukčně rozdělí na dvě haploidní (s polovičním počtem chromozomů) jádra. U jedinců vždy splyne jedno jádro s druhým. Poté se jedinci rozestoupí a následují tři za sebou jdoucí jaderná dělení, při nichž vzniknou 4 velká jádra a 4 malá jádra. Velká jádra zůstávají a tři malá jádra degenerují, čtvrté malé jádro se mitoticky rozdělí. Ihned dochází k příčnému dělení každého jedince. Každý jedinec pak obsahuje dvě velká jádra a jedno jádro malé. Proces dělení malého jádra a následné dělení buňky se znovu opakuje. Výsledkem konjugace jsou 4 jedinci plus 4 noví jedinci. Vlastní konjugace trvá asi 15 hodin a s následným dělením buněk až 60 hodin (Brusca, Brusca, 2003).

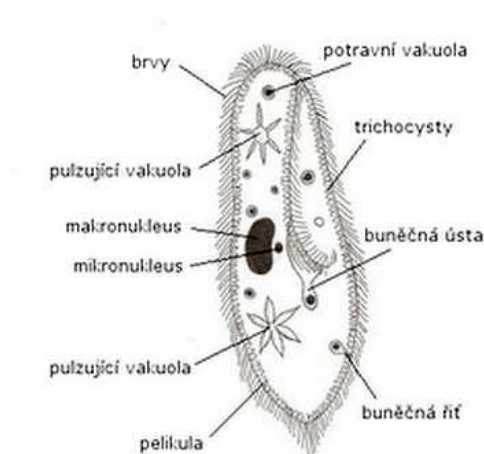
Trepka reaguje na podněty z vnějšího prostředí, př. na dotyk, proud vody, zemskou přitažlivost, chemické vlivy, chlad a teplo. Nenápadnějšími reakcemi trepek jsou reakce pohybové (taxe), které se projevují změnami rychlosti nebo směrem pohybu. Pozitivní reakce se projevuje pohybem ke zdroji a negativní reakce obrácením trepky a pohybem od zdroje. Trepka je vhodným objektem pro studium termotaxe prvoků. Trepky, které žijí v přírodě, snášejí rozdíly teplot od 4 do 38°C. Při překročení těchto teplot se dostavuje tepelná nebo chladová strnulost. Zvýšení teploty zrychluje pohyb brv, tím i pohyb trepky. Za vyšších teplot se velikost a objem těla trepky zmenšuje, zatímco za nižších teplot je objem těla větší. Teplota těla také ovlivňuje rytmus vyprazdňování pulsujících vakuol. Za vyšší teploty se pulsující vakuoly vyprazdňují rychleji a za nižší teploty pomaleji (Altman, Lišková, 1979).

Chemotaxe je reakce trepky na působení chemických látek. Rozeznáváme kladnou a zápornou chemotaxi. Při kladné chemotaxi se treпка pohybuje k podnětu a při záporné chemotaxi od podnětu. Působení chemických látek na trepku je závislé na druhu a koncentraci látky. Vysoké koncentrace chemických látek trepky usmrcují a nižší koncentrace některých chemických látek vyvolávají chemotaxi. Chemotaxe je někdy spojena s vystřelováním trichocyst, jako obranná reakce (Zicháček, 2000).

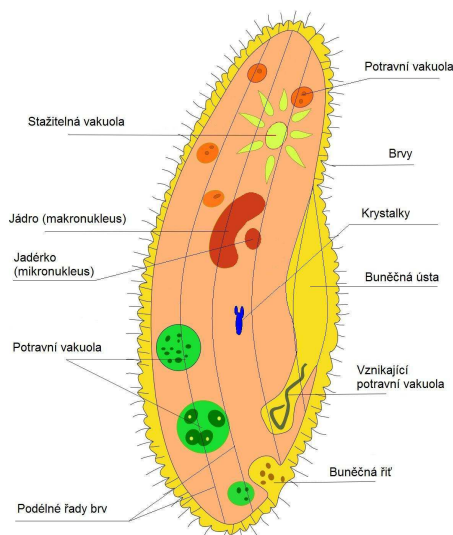
Fototaxe je reakce na světlo. Trepka však na světlo nereaguje. Tigmotaxe, reakce na dotyk, zrychluje u trepek pohyb brv, a tím i pohyb celého těla. Tigmotaxe závisí na intenzitě mechanického podráždění. Při mikroskopování

používáme tuto taxi k zastavení trepky v zorném poli mikroskopu pomocí vláken vaty (Zicháček, 2000).

Galvanotaxe je reakce na působení slabého stejnosměrného proudu. Trepka, jež je vystavena působení slabého stejnosměrného proudu, se otáčí předním koncem těla ke katodě a plave k ní. Působí-li na trepky střídavý proud, stavějí se kolmo na směr jeho působení (Zicháček, 2000).



Obrázek 2: Stavba těla trepky velké (*Paramecium caudatum*).Převzato z <http://www.biomach.cz/biologie-protist/prvoci>.



**Obrázek 3: Barevně odlišená stavba těla trepky velké (*Paramecium caudatum*).
Převzato z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Trepka_velk%C3%A1.**

2. 3. 2 Měňavka velká (*Amoeba proteus*)

Systematické zařazení měňavky velké (*Amoeba proteus*) je obtížné. Hausmann a Hülsmann (2003) ji řadí do skupiny *Amoebozoa*, kterou zařazují do METAKARYOTA INCERTAE SEDIS, což jsou skupiny organismů, které je potřeba v budoucnu přiřadit k jiným taxonům. Jediným společným znakem, který sdílí s metakaryonty je, že mají mitochondrie. Čepička, Lukeš a Vávra (2007) ji řadí do skupiny *Amoebozoa*, kterou lze rozdělit na dvě základní skupiny, a to *Lobosa* a *Conosa*. Měňavku velkou (*Amoeba proteus*) řadí do skupiny *Lobosa*, která zahrnuje hlavně aerobní, volně žijící améby, které netvoří bičíky v žádném stádiu (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007). Latinské druhové jméno *proteus* je odvozeno od řeckého boha vod Protea, který velmi často měnil svou podobu (Trefil, 1994)

Měňavka velká (*Amoeba proteus*) dosahuje velikosti až 1 mm, žije v detritu stojatých vodních nádrží (Benešová a kol., 2003).

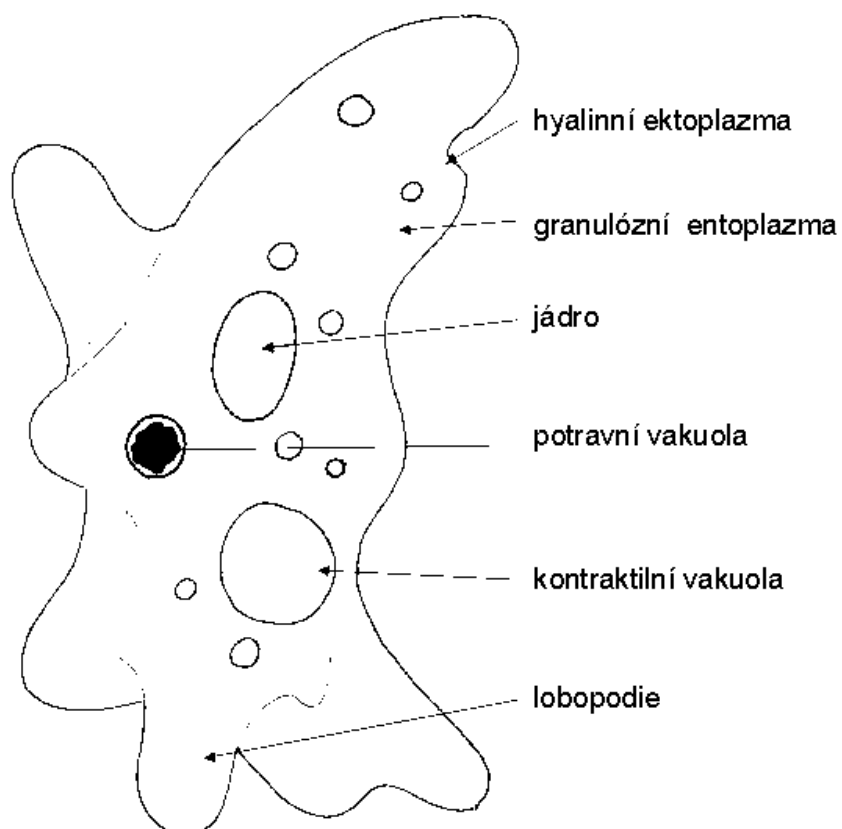
Uvnitř svého těla má tento druh velké jádro – makronukleus (Zicháček, 2000), které obsahuje 500 – 600 malých chromozomů, jež se utvářejí v počáteční fázi (profázi) dělení buňky – při mitóze (Berger, 1997).

Měňavka velká (*Amoeba proteus*) nevytváří za nepříznivých podmínek cysty – klidová stadia. Měňavky tvoří schránky jako ostatní kořenonožci (Berger, 1997).

Panožky (pseudopodie) měňavky se tvoří velmi rychle (během vteřin až minut), jsou to široké lalokovité (lobopodie) a slouží k pohybu a příjmu potravy (Čepička, Lukeš, Vávra, 2007). Améboidní pohyb způsobuje střídavé tvoření a stahování pseudopodií a také prodlužování jedné pseudopodie. Améboidní pohyb je většinou chápán jako lokomoce (pohyb z místa na místo) pomocí pseudopodií (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Měňavky jsou heterotrofní živočichové. Živí se masožravě i býložravě, povětšinou fagocyticky - obklopí svými panožkami náhodně potkanou bakterii, drobného prvoka nebo řasu, uzavřou ji, zahubí trávicími šťávami a stráví. Mikroskopem je možno pozorovat až pět takovýchto váčků, které se nazývají potravní vakuoly a jejich membrána je svým složením totožná s cytoplazmatickou membránou. Po využití všech pro prvoka užitečných látek se tato organela začne

nazývat vylučovací vakuolou, posléze přilne k buněčné membráně, sloučí se s ní a svůj obsah vyklopí ven z buňky (Rosypal a kol., 1998). Pulsující vakuola (stažitelná, kontraktilní) je vakuola sloužící k vyměšování přebytečné vody. U měňavek vzniká jen dočasně (Berger, 1997).



Obrázek 4: Stavba těla měňavky velké (*Amoeba proteus*). Převzato z

http://www.kbi.zcu.cz/OB/studium/invert/obra/1_amoe.gif.

2. 3. 3 Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*)

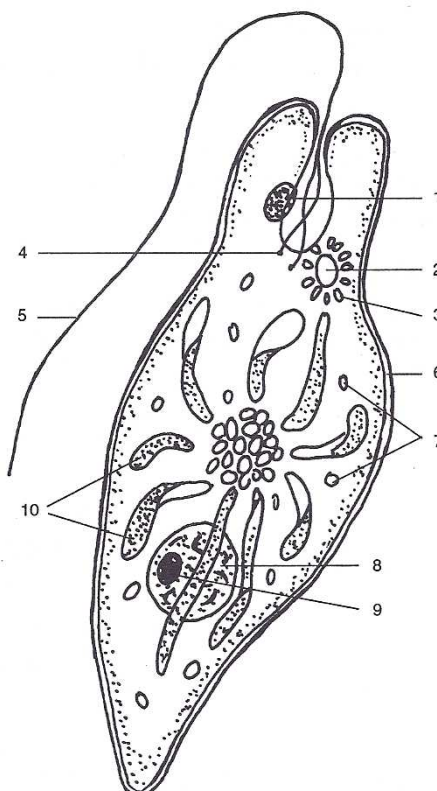
Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) zařazují Hausmann a Hülsmann (2003) v systému prvků do nadříše *Eukaryota*, říše *Mastigota*, podříše *Dimastigota*, nadkmene *Metakaryota*, kmene *Euglenozoa*, podkmene *Euglenida* a třídy *Euglenoidea*. Čepička, Lukeš a Vávra (2007) zařazují tento druh do skupiny *Excavata*, kmene *Euglenozoa* a třídy *Euglenoidea*

Krásnoočka žijí většinou ve sladkých vodách, které jsou silně organicky znečištěné (Braniš, 2004). Tvoří zelené povlaky na dně stojatých vod, tenké blanky při hladině nebo zelené povlaky na ponořených předmětech. Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) se podílí na samočištění vod (Benešová a kol., 2003).

Krásnoočko štíhlé se vyživuje autotrofně (jeho organismus si sám vytváří z anorganických látek látky organické), heterotrofně (organismus si sám nevytváří organické látky z anorganických, ale přijímá je potravou) nebo mixotrofně (organismus má za určitých podmínek schopnost doplňovat autotrofii heterotrofií), ale nepřijímá potravu v podobě pevných částecí. Při heterotrofii výživě přijímá organické látky rozpuštěné ve vodě. Čistě heterotrofně se krásnoočko vyživuje jen tehdy, když je znemožněna fotosyntéza nedostatkem světla (Zicháček, 2000).

Tělo krásnoočka štíhlého má vřetenovitý tvar a je pokryto jemně šroubovitě rýhovanou pelikulou, která je pružná a umožňuje měnit tvar těla. Pelikula je bílkovinného původu. Zadní konec těla je zašpičatělý. Z předního konce vyčnívá ze zúžené části (ampuly) jediný dlouhý a jemný bičík (flagellum), rozdělený na spodním konci ve dvě větve, které jsou opatřené bazálními tělísky, která zakotvují obě větve bičíku v cytoplazmě. Nezbarvený bičík je v mikroskopu obtížně viditelný, protože se u živého krásnoočka neustále pohybuje. Zúženou částí předního konce se nepřijímá potrava, ale je rezervoárem stažitelné vakuoly. Nad základními tělísky bičíku, poblíž zúžené části předního konce, je shluk červeného barviva, tzv. oční skvrna (stigma), která je tvořena karotenoidy hustě uloženými v bezbarvé hmotě. Stigma se při dělení krásnoočka také dělí, nevzniká nově. Stigma umožňuje prostorovou orientaci organismu vzhledem ke zdroji světla (Brusca, Brusca, 2003).

Vlnovité pohyby bičíku umožňují pohyb krásnoočka. Při pohybu dopředu vykonává krásnoočko současně rotační pohyb kolem podélné tělní osy. Veslovitý pohyb bičíku pohání tělo kupředu, kmitavý pohyb přímo nataženého bičíku pohání tělo vzad. Při bičíku vpravo drženém se krásnoočko pohybuje vlevo a naopak. Otáčivé pohyby krásnoočka jsou vyvolávány kruhovitými pohyby konce bičíku (Altman, Lišková, 1979).



Obrázek 5: Stavba těla krásnoočka zeleného (*Euglena viridis*). Převzato z Jelínek, Zicháček a kol. (2000).

1. stigma, 2. stažitelná vakuola, 3. rezervoár stažitelné vakuoly, 4. základní tělísko bičíku, 5. bičík, 6. pelikula, 7. zrnka paramylonu, 8. jádro, 9. jadérko, 10. chromatofory.

U rozšířené části ampuly se nachází pulsující vakuola obklopená tzv. vakuomem, což je soustava drobných rozptýlených vakuol, které svůj obsah přelévají do pulsující vakuoly a pulsující vakuola do spodní části rozšířené části ampuly, ta se označuje jako nádržka, tzv. rezervoár (Brusca, Brusca, 2003).

Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) má uprostřed těla velké okrouhlé jádro, které je špatně viditelné. Jádro má jedno jadérko – centrální endosom (u jiných druhů je v jádře i více jadérek). V prostoru mezi centrálním endosomem a membránou jádra je uložen chromatin. Směrem od jádra se paprscitě rozbíhají zelené chloroplasty, které jsou protáhlé a vytvářejí tvar hvězdy. Chloroplasty obsahují chlorofyl a , chlorofyl b , β – karoten a některé xantofyly (Ruppert a kol, 2004).

Paramylon je asimilačním produktem (zásobní látkou) krásnoočka. Chemickým složením je podobný škrobu. Zrna paramylonu jsou rozmístěna mezi jednotlivými chloroplasty. Tvar paramylonových zrn a jejich výskyt je charakteristický pro jednotlivé druhy krásnooček. Mají tvar destičkovitý, kulovitý, podkovovitý atd. (Altman, Lišková, 1979).

Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) se rozmnožuje v nepohyblivém stádiu. Tělo krásnoočka se nejprve zvětší, odhodí bičík, zaoblí svůj tvar a vyloučí slizový obal, ve kterém se podélně rozdělí. Dělení je provázeno mitózou (Berger, 1997).

Při vysychání prostředí se krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) stáhne a vyloučí kolem sebe rosolovitou vrstvičku, která ztuhne, a vznikne tak pevná schránka, tzv. cysta, schopná rozšiřování větrem. V podobě cysty přečkává krásnoočko nepříznivé podmínky (Benešová a kol., 2003).

3. Metodika

Laboratorní pokusy jsem prováděla na Katedře biologie a environmentálních studií v učebně R304. Ke své práci jsem používala metody, které lze snadno použít i ve škole.

3. 1 Pomůcky

Pro množení získaných prvoků jsem musela sterilizovat zkumavky. Ke sterilizaci jsem používala tlakový hrnec (papiňák), který jsme používali doma. Dále jsem ke své práci potřebovala již zmíněné vysterilizované zkumavky, dále filtrační papír, kapátka (Pasteurovy pipety), která jsem si sama vyrobila ze skleněných trubiček a nad plynovým kahanem, preparační jehlu, vatu, stojany na zkumavky, alobal, Erlenmayerovy baňky, gázu, kádinky, pipetu, epruvetky, centrifugu JANETZKI T 5 a v neposlední řadě také potřeby pro mikroskopování.

Potřebné chemikálie, které na Katedře biologie a environmentálních studií nebyly, jsem získala z Katedry chemie a didaktiky chemie (jsou to octan sodný, borax a hydrogenfosforečnan draselný).

3. 2 Původ modelových prvoků

Čisté kultury modelových zástupců prvoků jsem pro svou práci získala díky RNDr. Janu Mourkovi Ph.D. z Katedry parazitologie z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze od paní laborantky Michaely Marcinčíkové.

3. 3 Pořizování fotografií

Mikrofotografie byly pořízeny pomocí mikroskopu Motic DMBA 310 PC/∞. Program, pomocí kterého jsem fotila a ukládala fotky do počítače, se jmenuje Motic Images Plus 2.0. Dokumentační makroskopické fotografie byly pořízeny pomocí fotoaparátu Panasonic DMC – LS80 8,1 mega pixelů na paměťovou kartu Panasonic SD 2GB.

3. 4 Metody kultivace jednotlivých zástupců

Zmiňované prvky jsem pěstovala na tekutých půdách připravovaných z destilované, případně akvarijní vody. Zkumavky s nalitým médiem jsem sterilizovala varem v tlakovém hrnci po dobu 20 minut od začátku syčení. Ke své práci jsem potřebovala skleněná kapátka, která jsem si sama vyrobila ze skleněných tyčinek za pomoci plynového kahanu.



Obrázek 6: Sterilizační přístroj – tlakový hrnec. Foto vlastní, 17. 3. 2010.

3. 4. 1 Metody kultivace trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Kulturu trepky velké (*Paramecium caudatum*) jsem získala z Katedry parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze od paní laborantky Michaely Marcinčíkové. Získanou trepku jsem naočkovala do 8 zkumavek s vysterilizovaným médiem připraveným z **nabobtnaných zrněk pšenice a akvarijní vody** (do $\frac{3}{4}$ zkumavky) podle Villeneuve – Braconové (Jírovec, 1958). Zkumavky jsem před sterilizací zazátkovala víčky vyrobenými z buničité vaty a zabalila je do alobalu – zátka se nesmí namočit.

Další metodou, kterou jsem zkoušela, byla kultivace **v médiu ze sušeného mléka** dle Lelláková (1993). Lelláková (1993) uvádí rozpustit jeden gram sušeného mléka v jednom litru akvarijní vody, láhev přikrýt a druhý den rozlít do Erlenmayerových baněk, naočkovat trepky a uzavřít vatovou zátkou. Já jsem tuto metodu prováděla s menším množstvím. Ve 200 ml akvarijní vody (vysterylizované) jsem rozpustila 0,2 g sušeného mléka – v mém případě Nutrilonu. Směs jsem dobře promíchala, rozlila do 2 Erlenmayerových baněk (do $\frac{3}{4}$), po vychladnutí jsem do nich hned naočkovala trepky a Erlenmayerovy baňky jsem uzavřela alobalem.

Další metodou kultivace trepky velké (*Paramecium caudatum*) byla **metoda se spodními ovadlými listy salátu** dle Lelláková (1993). Ovadle listy ze salátu jsem dala do sáčku vyrobeného z gázy a 5 minut jsem jej povařila. Poté jsem sáček zavěsila do litrové nádoby s vodou tak, aby byl celý sáček ponořený. Do takto připravené nádoby jsem naočkovala trepky z čisté kultury.



Obrázek 7: Metoda s ovadlými listy salátu. Foto vlastní, 17. 3. 2010.

Poslední metodou kultivace trepky velké (*Paramecium caudatum*), kterou jsem zkoušela, byl **senný nálev** podle Lelláková (1993). Zakládala jsem dva typy těchto nálevů. Při prvním typu jsem použila seno, které jsem vložila do zavařovací

sklenice a na něj jsem nalila akvarijní vodu. Takto založený senný nálev jsem překryla gázou, ovázala nití a dala na světlo. Při druhém typu jsem seno vložila také do zavařovací sklenice, ale nalila jsem na něj kohoutkovou vodu (z vodovodu), kterou jsem předtím nechala jeden den odstát. I tento senný nálev jsem překryla gázou, ovázala nití a dala na světlo.

3. 4. 2 Metody kultivace krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*)

Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) jsem získala z Katedry parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze od paní laborantky Michaely Marcinčíkové.

Při kultivaci krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*) jsem zkoušela tzv. **půdní odvar** podle Jírovce (1958) shodný s půdním odvarem podle Lelláková (1993). Jírovec (1958) uvádí 1 kg dobré zahradní půdy vařit 1 hodinu v 1 litru vody, nechat dva dny sedimentovat a poté čistou tekutinu slít do jiné nádoby z jenského skla a do každé nádoby přidat několik kapek diethyletheru a dobře uzavřít. Před použitím zředit zásobní odvar 5 – 10 díly destilované vody a krátce povařit pro zbavení roztoku diethyletheru. Poté nalít do zkumavek a do vychladlého roztoku naočkovat krásnoočka, uzavřít vatovou zátkou a umístit na stojánek na světlo. Já jsem tuto kultivaci prováděla s menším množstvím půdy. Půdu pro tuto metodu jsem odebrala ze skleníku ve Bdíně (vesnice v okrese Rakovník) 8. 3. 2010. 500 gramů této půdy jsem vařila po dobu jedné hodiny v 500 ml vody (průběžně jsem ještě přilila 200 ml vody) a průběžně jsem tuto směs míchala. Po uplynutí jedné hodiny jsem směs odstavila z vařiče a nechala dva dny ustát (sedimentovat). Po dvou dnech jsem čistou tekutinu zfiltrovala přes filtrační papír do nádoby z jenského skla a přidala jsem do ní pár kapek diethyletheru, který zabrání hnití, a nádobu uzavřela. Než jsem roztok používala, zředila jsem ho 5 – 10 díly destilované vody a krátce povařila, aby se roztok zbavil diethyletheru. Takto vytvořený roztok jsem nalila do zkumavek a do vychladlého roztoku jsem naočkovala krásnoočka. Zkumavky jsem uzavřela vatovou zátkou a dala do stojánu na světlo (ne na přímé slunce) a chovala jsem je při pokojové teplotě – v laboratoři R 304.



Obrázek 8: Zfiltrovaný půdní odvar. Foto vlastní, 17. 3. 2010.

Druhou metodou kultivace krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*) byla živná půda L25 dle Lelláková (1993). Lelláková (1993) uvádí, že na této živné půdě L25 pěstují čisté kultury krásnooček (sterilně) v protozoologickém oddělení PřF UK. Lelláková (1993) píše, smíchat 2 gramy natriumacetátu (octan sodný) s 5 gramy peptonu pro lacto a 100 ml destilované vody. Když jsem si tento roztok namíchala, rozlila jsem ho do 5 zkumavek a nechala sterilizovat v „papiňáku“ po dobu 20 minut od syčení. Po vychladnutí roztoku jsem do zkumavek naočkovala krásnoočka. Zkumavky jsem umístila do stojanu na zkumavky, dala na světlo (ne na přímé slunce) a pěstovala při pokojové teplotě.



Obrázek 9: Naočkované krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) v živné půdě L25. Foto vlastní, 16. 3. 2010.

Poslední způsob kultivace krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*), který jsem zkoušela, bylo **médium na krásnoočko** (*Euglena*) používané na Katedře parazitologie PřF UK v Praze (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). Toto médium se mělo namíchat z 1 gramu peptonu (*Proteose pepton od firmy Oxoid*)) se 2 gramy octanu sodného (natriumacetátu) a 1 litrem destilované vody. Tento roztok by měl mít pH v rozmezí 6 – 6,5. Já jsem tuto kultivaci prováděla s polovičním množstvím. Smíchala jsem tedy 0,5 gramu peptonu s 1 gramem octanu sodného a 500 ml destilované vody. Takto namíchanému roztoku jsem změřila pH, které bylo 6,3. Roztok jsem rozlila do 6 zkumavek uzavřených zátkou z buničité vaty a sterilizovala v tlakovém hrnci po dobu 20 minut od začátku syčení. Po vychladnutí média jsem do zkumavek naočkovala krásnoočka. Zkumavky jsem umístila do stojanu na světlo (ne přímé slunce) a pěstovala při pokojové teplotě v laboratoři R304.



Obrázek 10: Naočkované krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) v médiu na krásnoočko podle Katedry parazitologie PřF UK v Praze (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). Foto vlastní, 16. 3. 2010.

3. 4. 3 Metody kultivace měňavky velké (*Amoeba proteus*)

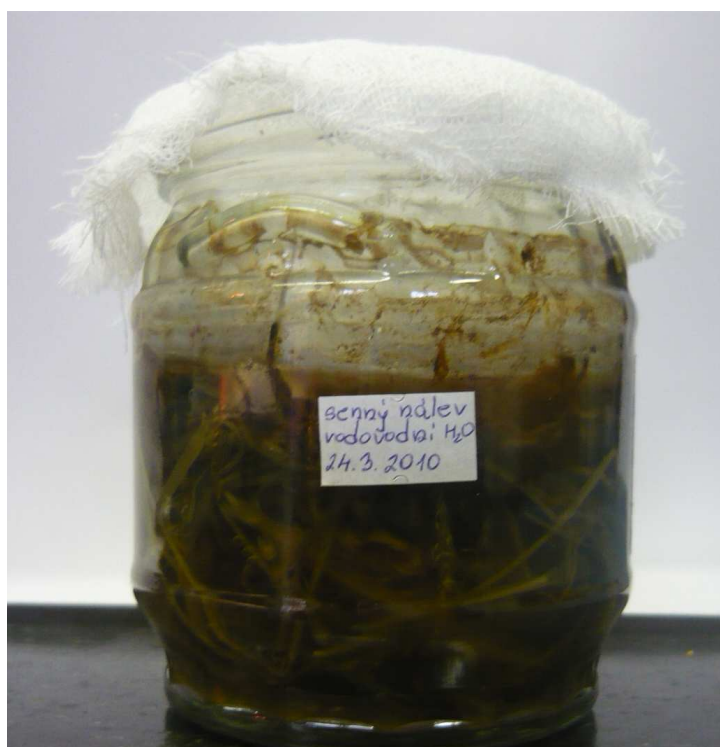
Měňavku velkou (*Amoeba proteus*) jsem získala v čisté kultuře z Katedry parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze od paní laborantky Michaely Marcinčíkové.

Měňavku velkou (*Amoeba proteus*) jsem zkoušela pěstovat (kultivovat) v tzv. půdním odvaru podle Jírovce (1958) shodném s půdním odvarem podle Lelláková (1993). Postup přípravy uvádím výše u krásnoočka štíhlého. Takto vytvořený roztok jsem nalila do 2 zkumavek a do vychladlého roztoku jsem kapátkem naočkovala 10 zástupců měňavky. Zkumavky jsem uzavřela zátkou z filtračního papíru a dala do stojánku na světlo (ne na přímé slunce) a chovala jsem je při pokojové teplotě – v laboratoři R 304.

Další metodou kultivace měňavky velké (*Amoeba proteus*), kterou jsem zkoušela, byl senný nálev podle Lellákové (1993). Postup uvádím výše u trepyky velké.

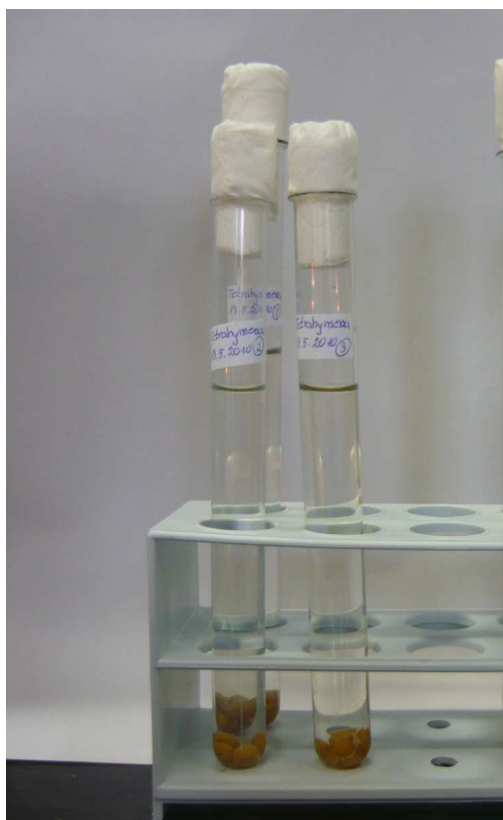


Obrázek 11: Senný nálev – voda z akvária. Foto vlastní, 19. 5. 2010.



Obrázek 12: Senný nálev – odstátá vodovodní voda. Foto vlastní, 19. 5. 2010.

Posledním způsobem kultivace měňavky velké (*Amoeba proteus*), který jsem zkoušela, bylo **médium pro kultivaci *Amoeba proteus*** používané Katedrou parazitologie PřF UK (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). Toto médium se skládalo ze 4 roztoků, které jsem si musela namíchat. První roztok byl 0,5 M chlorid vápenatý (CaCl_2), který jsem připravila smícháním 5,55 gramů chloridu vápenatého se 100 ml destilované vody. Druhým roztokem byl 0,05 M heptahydrát síranu hořečnatého ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), který jsem si připravila smícháním 1,23 gramů heptahydrátu síranu hořečnatého se 100 ml destilované vody. Třetí roztok byl 0,11 M dihydrogenfosforečnan draselný (KH_2PO_4), který jsem si připravila smícháním 1,5 gramu dihydrogenfosforečnanu draselného se 100 ml destilované vody. Posledním roztokem, který jsem si připravovala, byl 0,16 M hydrogenfosforečnan draselný (K_2HPO_4), který jsem připravila smícháním 2,79 gramy hydrogenfosforečnanu draselného se 100 ml destilované vody. Poté jsem do 1000 ml destilované vody přidala 1 ml každého roztoku (1 – 4). Takto namíchaný roztok jsem přelila do 2 Erlenmayerových baněk (ne vše, trochu roztoku jsem si nechala jako zásobního) a nechala sterilizovat v tlakovém hrnci po dobu 20 minut od syčení. Po vysterilizování roztoku jsem ho rozlila do 4 kádinek a do každé kádinky jsem sterilním skleněným kapátkem naočkovala 10 zástupců měňavky velké. K tomu, aby se měňavky v tomto médiu množily, musela jsem je krmit každý týden nálevníky *Tetrahymena thermophila*, které jsem poprvé získala z Katedry parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze od paní laborantky Michaely Marcinčíkové a dále jsem si je pěstovala sama dle Villeneuve – Braconové (zrnková kultura) dle Jírovce (1958), jak popisují výše u trepky velké. Před krmením získanými nálevníky *Tetrahymena thermophila* jsem provedla centrifugaci v přístroji JANETZKI T5. Centrifugace spočívala v tom, že jsem si vzala 4 epruvetky a do každé jsem nakapala kulturu nálevníků. Epruvetky jsem vložila do centrifugy a centrifugovala jsem 2 minuty na maximální rychlost. Poté jsem z epruvetek odpipetovala 1/3 tekutiny a dolila jsem do nich médium pro měňavku, které jsem si před tím namíchala a vysterilizovala. Epruvetky jsem uzavřela a opět dala do centrifugy na 2 minuty na maximální rychlost. Tento postup jsem opakovala ještě jednou a poté jsem roztok z epruvetek nalila do kádinek, ve kterých jsem měla naočkováné měňavky (do každé kádinky jednu epruvetku). Měňavky jsem průběžně dokrmovala. Během kultivace jsem musela měňavkám pravidelně (každých 14 dní) měnit médium.



Obrázek 13: Nálevník *Tetrahymena thermophila* v zrnkové kultuře. Foto vlastní, 19. 5. 2010.

3. 5 Metody barvení jednotlivých zástupců

Při své práci jsem používala vitální barvení (barvení zaživa), přičemž jsem používala barviva nejedovatá nebo jen velmi zředěná (1:10000 – 1:50000), protože vyšší koncentrace barviva živé buňky usmrcuje (Altman, 1972). Vitální barvení se používá pro zvýraznění živých buněk nebo jejich částí, protože v sobě v určitých částech mohou do určité míry pohlcovat a hromadit některá barviva z vodních a izotonických roztoků (Lelláková, 1985). Barvení mikroskopických preparátů vhodnými barvivy využívá toho, že buněčná jádra i další organely váží různá barviva v různé intenzitě, tudíž je poté na preparátu snadněji poznáme (Jírovec, 1958).

Rozeznáváme barvení intravitální, při němž jsou barveny živé buňky, supravitální, při tomto barvení se barví přežívající buňky vyjmuté z organismu a

postvitální barvení, při kterém se barví už odumírající buňky (Lelláková, 1985). Vitální barvení se používá hlavně k zobrazení různých plazmatických vakuol a granulací. Zbarvení jader je vždy známkou těžkého poškození prvoků (Jírovec a kol., 1953).

Vybrané zástupce jsem barvila různými barvivy, která jsem si musela namíchat. Potřebné chemikálie jsem měla z Katedry biologie a environmentálních studií, a které zde neměly (octan sodný, borax, hydrogenfosforečnan draselný), jsem získala z Katedry chemie a didaktiky chemie.

Při každém barvení jsem postupovala stejným způsobem. Na podložní sklíčko jsem si sterilním kapátkem kápla kapku kultury a do této kapky jsem přidala barvivo. Barvivo jsem přidávala také sterilním kapátkem, nebo preparační jehlou – podle skupenství daného barviva. Takto zhotovený preparát jsem přikryla krycím sklíčkem a hotový preparát jsem vložila do mikroskopu Motic DMBA 310 PC/∞.

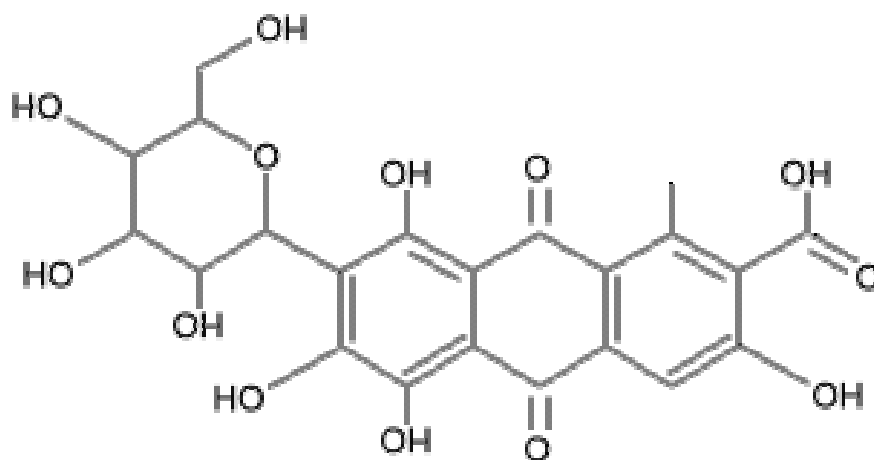
Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) jsem barvila Lugolovým roztokem a methylovou zelení. **Měňavku velkou (*Amoeba proteus*)** jsem barvila jen methylovou zelení a **trepku velkou (*Paramecium caudatum*)** jsem barvila karmínem, Lugolovým roztokem, methylovou zelení, neutrální červení, tuší, kongo červení a inkoustem (modrým, červeným).

Lugolův roztok jsem si připravila smícháním 1g jodu (I_2) se 2g jodidu draselného (KI) se 300ml destilované vody (Lelláková a kol., 1985) – tento roztok je mírně toxický a vybrané zástupce usmrtil. **Methylovou zeleň** jsem namíchala dle Lelláková a kol. (1985) takto: smíchala jsem 0,1g methylové zeleně se 100ml destilované vody; před upotřebením jsem zásobní roztok zředila stejným množstvím vody a na 100ml jsem přidala 2ml kyseliny octové (1 – 5% kyselina octová). **Kongo červeně** jsem používala v koncentraci 1:10000 (Lelláková a kol., 1985), použila jsem tedy 1g Kongo červeně a smíchala ho se 100ml destilované vody, před upotřebením jsem zásobní roztok zředila dalšími 100ml destilované vody. **Neutrální červeně** jsem si namíchala smícháním 1g neutrální červeně se 100ml destilované vody a před upotřebením jsem zásobní roztok zředila dalšími 100ml destilované vody. Vzniklý roztok byl 1%. Tuš, inkoust a práškový karmín jsem používala v podobě, ve které si jej lze zakoupit, jen jsem je před upotřebením naředila destilovanou vodou (1ml (1g) na 100ml destilované vody).

U trepky velké (*Paramecium caudatum*) jsem zkoušela změnu chemismu

v potravních vakuolách dle Buchar (1993). **Změnu chemismu v potravních vakuolách během cyklózy** můžeme pozorovat na barvených kvasinkách. Na tento pokus jsem si připravila suspenzi, kde jsem do Erlenmayerovy baňky (200ml) dala 15g kvasinek (droždí), 30mg neutrální červeně a přidala 30ml destilované vody – vše jsem promíchala a asi 15 vteřin povařila. Když suspenze vychladla, přenesla jsem její malé množství na špičce preparační jehly a dala do kapky s trepkami na podložní sklíčko a pozorovala.

Karmín je barvivo, které je extraktem ze samiček červce nopálového (*Coccus cacti*) a je to bazické barvivo.



Obrázek 14: Vzorec karmínu. Převzato z prezentace bt-barveni_mikroskopickych_preparatu.

Tabulka 5: Přehled barviv a organel, které barví.

		Trepka velká <i>(Paramecium caudatum)</i>	Měňavka velká <i>(Amoeba proteus)</i>	Krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>)
methylová zeleň		jádro (makronukleus)	jádro	jádro
karmín		příjem potravy	-----	-----
neutrální červen		potravní vakuoly	-----	-----
Lugolův roztok		zvýraznění brv důkaz zrněk glykogenu v cytoplazmě	-----	bičík jádro paramylonová zrna
tuš		viditelná plnící se potravní vakuola	-----	-----
Kongo červen		cytoplazma	-----	-----
Inkoust	modrý	jádro	-----	-----
	červený	cytoplazma	-----	-----

3. 6 Metoda přípravy návrhů laboratorních prací

Při tvorbě laboratorních prací pro žáky základních škol jsem čerpala z několika publikací. Autoři publikací: Lang a kol. (1971); Altman, Lišková (1979); Boháč, Ošmera, Papáček (1984); Stoklasa, Horník, Kočárek (1984); Stoklasa a kol. (2001) a Martinec, Ducháč (2004)

Úlohy jsem vybírala podle časové náročnosti, a také podle náročnosti pro žáky (studenty) 6. ročníků. Některé úlohy byly celkem náročné, tak jsem je upravila, aby je zvládli žáci 2. stupně základních škol.

3. 6. 1 Ověření návrhů laboratorních prací na ZŠ

Ověřování návrhů laboratorních prací, které jsem vytvořila, jsem realizovala na Základní škole Kvílice. Tato škola se řadí k menším školám, patří do okresu Kladno. Ověřování probíhalo 28. března 2012 v 6. ročníku a zúčastnilo se jej 10 žáků ve věku 11-13 let. Z těchto deseti žáků byla jedna dívka a devět chlapců.

Ověřování probíhalo v učebně přírodopisu, při hodině přírodopisu, v přízemí budovy. Žáci při své práci používali monokulární zrcátkové mikroskopy značky Meopta (rozsah zvětšení 40x – 400x) a obdobné novější zrcátkové mikroskopy, na kterých nebyla uvedena značka.



Obrázek 15: Monokulární zrcátkový mikroskop – značka Meopta. Foto vlastní, 38. 3. 2012.



Obrázek 16: Monokulární zrcátkový mikroskop. Foto vlastní, 28. 3. 2012.

Laboratorní práce byly v rozsahu dvou vyučovacích hodin a na závěr byly shrnuty pracovním listem. V první hodině jsme pozorovali prvky ze senného nálevu pod mikroskopem a zakreslovali trepku velkou (*Paramecium caudatum*), a při druhé hodině jsme trepku velkou barvili tuší. Při barvení tuší jsme u trepky pozorovali plnící se potravní vakuoly.

4. Výsledky

4. 1 Výsledky laboratorního ověření metod (metod kultivace a metod barvení jednotlivých zástupců)

V této kapitole uvádím jednak výsledky metod kultivace jednotlivých zástupců – trepky velké (*Paramecium caudatum*), měňavky velké (*Amoeba proteus*), krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*) a nálevníka *Tetrahymena termophila* – a také výsledky metod jejich barvení.



Obrázek 17: Očkování krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*) do média na krásnoočko (dle Katedry parazitologie PřF UK v Praze) v učebně R304. Foto Hana Musilová, 16. 3. 2010.



Obrázek 18: Sterilizace kapátka nad lihovým kahanem v učebně R304. Foto Hana Musilová, 16. 3. 2010.

4. 1. 1 Výsledky metod kultivace jednotlivých zástupců

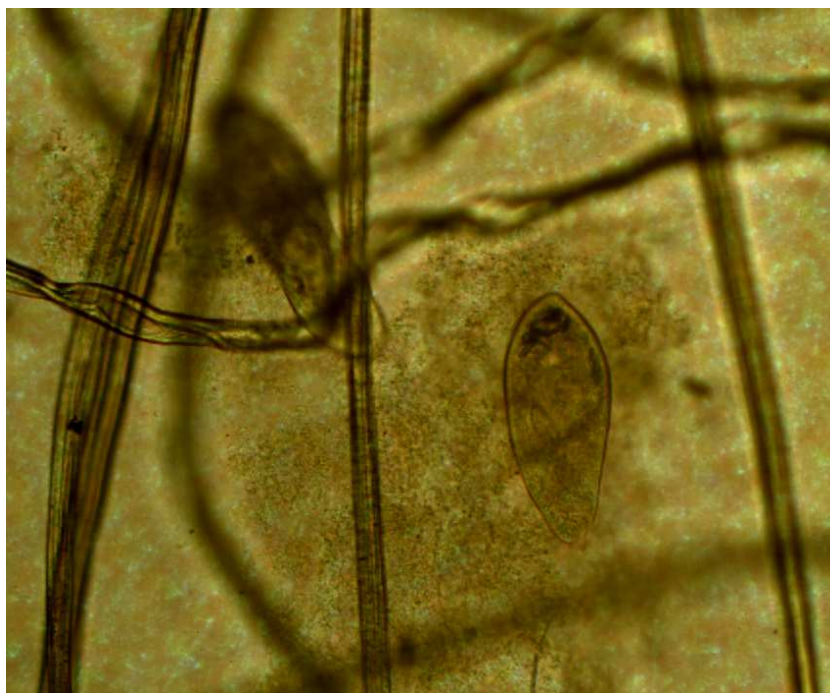
Trepka velká (*Paramecium caudatum*)

Trepku velkou (*Paramecium caudatum*) jsem očkovala podle Villeneuve – Braconové (Jírovec, 1958). Ve zkumavkách, kde byla pšeničná zrna přelitá akvarijní vodou, se trepky krásně namnožily, kultura narostla – v jedné kapce 10 – 30 jedinců po 9 dnech.

Další metodou kultivace, kterou jsem zkoušela, bylo médium ze sušeného mléka. V tomto médiu jsem po 9 dnech, ani po 16 dnech kultivace nenalezla ani jednu trepku.

Další metodou kultivace trepky, kterou jsem zkoušela, byl senný nálev (Lelláková, 1993). Senný nálev jsem zkoušela jak s vodou akvarijní, tak s vodou kohoutkovou. V obou těchto nálevech jsem po 7 dnech objevila ledvinovku (*Colpoda sp.*). Trepku jsem nenašla, protože mi senný nálev zplesnivěl.

Při kultivaci trepky s ovadlými listy salátu jsem po 8 dnech v jedné kapce našla 10 – 20 zástupců. Kultura krásně narostla.



Obrázek 19: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) mezi vlákny vaty - metoda se spodními ovadlými listy salátu. Foto vlastní, 4. 5. 2010.

Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*)

Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) jsem kultivovala do tzv. půdního odvaru (Lelláková, 1993). V tomto půdním odvaru narostla kultura krásnooček už po 1 dni. V jedné kapce po 1 dni bylo 10 – 30 jedinců. Po 8 dnech bylo v půdním odvaru stovky jedinců na kapku. V půdním odvaru se krásnoočka krásně rozmnožovala.



Obrázek 20: Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) v půdním odvaru. Foto vlastní, 26. 5. 2010.

Při druhé metodě kultivace krásnoočka, na živnou půdu L25 dle Lelláková (1993)., jsem po 7 dnech v roztoku našla jen mrtvé buňky krásnooček. Po 14 dnech jsem živnou půdu kontrolovala znovu a opět tam byly jen mrtvé buňky krásnooček.

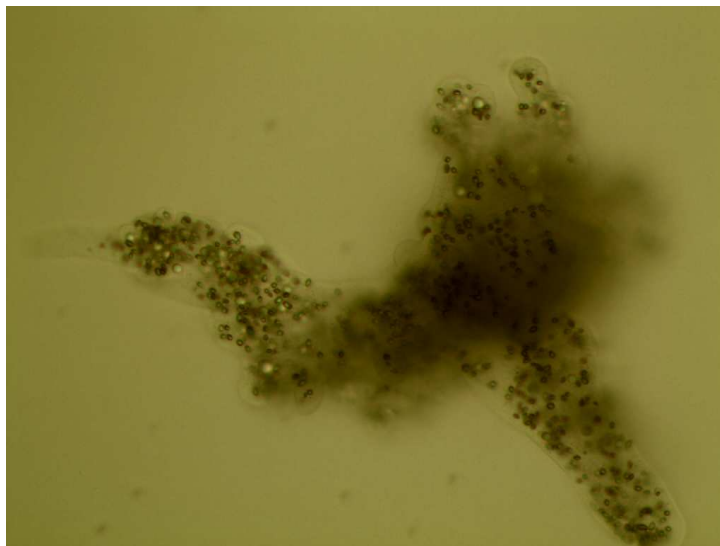


Obrázek 21: Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) – uhynulá buňka v živné půdě L25. Foto vlastní, 26. 5. 2010.

Posledním způsobem kultivace krásnoočka, který jsem zkoušela, bylo médium na krásnoočko podle Katedry parazitologie PřF UK v Praze, složené z peptonu a octanu sodného (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). Po 2 dnech jsem v jedné kapce tohoto média našla cca 50 jedinců a po 9 dnech až stovky zástupců. Kultura krásnooček krásně narostla.

Měňavka velká (*Amoeba proteus*)

Měňavku velkou (*Amoeba proteus*) jsem kultivovala tzv. půdním odvarem. Při kontrole množivosti jsem sterilním kapátkem kápla jednu kapku roztoku na Petriho misku a tu jsem poté vložila pod binolupu. Po 1 dni kultura narostla minimálně.



Obrázek 22: Měňavka velká (*Amoeba proteus*) v půdním odvaru. Foto vlastní, 29. 4. 2010.

Druhou metodou kultivace byl senný nálev. Senný nálev jsem měla založený dvojího typu. První byl s akvarijní vodou a druhý s vodou z kohoutku. V senném nálevu se mi měňavku velkou (*Amoeba proteus*) nepodařilo najít.

Poslední metodou kultivace, kterou jsem zkoušela, bylo médium pro *Amoebu proteus* používané na Katedře parazitologie PřF UK v Praze (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). Při této kultivaci jsem měňavky krmila *Tetrahymenami* a vyměňovala jsem jim médium, ve kterém jsem je měla. Po 1 dni byl vzorek beze změn a po 8 dnech jsem měňavky v médiu našla rozmnožené.



Obrázek 23: Měňavka velká (*Amoeba proteus*) v médium pro *Amoeba proteus* používané na Katedře parazitologie PřF UK v Praze. Foto vlastní, 29. 4. 2010.

Tetrahymena thermophila

Tyto nálevníky jsem kultivovala podle Villeneuve – Braconové dle Jírovce (1958). V tomto prostředí se namnožily a kultura krásně narostla.



Obrázek 24: *Tetrahymena thermophila* v zrnkové kultuře. Foto vlastní, 16. 6. 2010.

4. 1. 2 Výsledky metod barvení jednotlivých zástupců

Ke zpomalení pohybu trepky a krásnoočka jsem používala vlákna vaty.

Trepka velká (*Paramecium caudatum*)

Trepku jsem barvila práškovým karmínem, který se špatně rozpouští ve vodě a vzniká tak suspenze zrníček. Karmínem obarvená trepka znázorňuje příjem potravy.

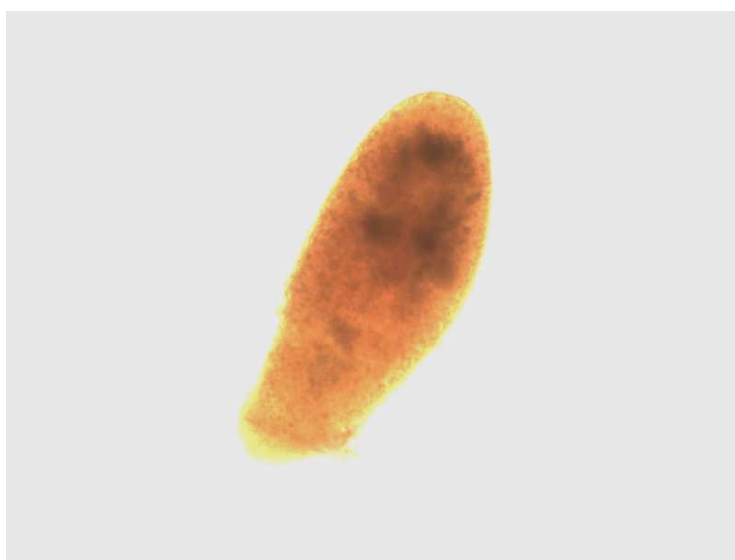


Obrázek 25: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) obarvená karmínem. Foto vlastní, 23. 6. 2010.

Lugolův roztok trepku usmrtil, protože je mírně toxický. Při použití Lugolova roztoku jsem zvýraznila brvy a dokázala zrnka glykogenu v cytoplazmě.



**Obrázek 26: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) - Lugolův roztok - zvýraznění
brv. Foto vlastní, 26. 5. 2010.**



**Obrázek 27: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) - Lugolův roztok - důkaz zrněk
glykogenu v cytoplazmě. Foto vlastní, 26. 5. 2010.**

Trepku jsem dále barvila methylovou zelení, která u trepky zvýraznila velké jádro (makronukleus).

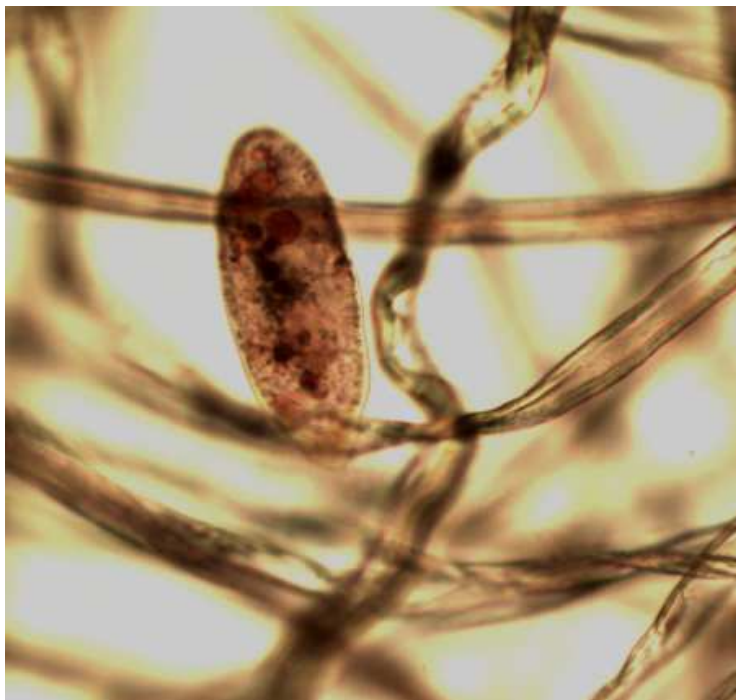


Obrázek 28: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) - methylová zeleň - jádro. Foto vlastní, 26. 5. 2010.



Obrázek 29: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) - methylová zeleň - jádro. Foto vlastní, 4. 5. 2010.

Trepku velkou jsem barvila neutrální červení. Neutrální červeň u trepky zvýraznila potravní vakuoly.



Obrázek 30: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) - neutrální červeň – zvýrazněné potravní vakuoly. Foto vlastní, 13. 5. 2010.

Trepku velkou (*Paramecium caudatum*) jsem barvila tuší, která zvýraznila plnící se potravní vakuoly, Kongo červení která zvýraznila cytoplazmu a inkoustem – modrý inkoust zvýraznil jádro a červený inkoust cytoplazmu. Z těchto barvení nemám fotografie.

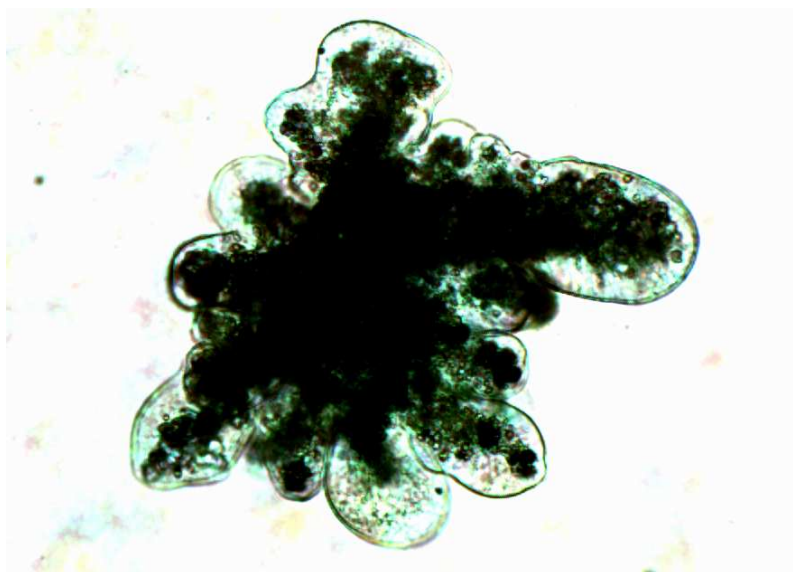
U trepky jsem zkoušela změnu chemismu v potravních vakuolách během cyklózy pomocí barvených kvasinek Lelláková (1993). Složení suspenze - viz. metody barvení. Neutrální červeň je v kyselém prostředí červená, v neutrálním a zásaditém zlatožlutá. Kvasnicová suspenze je téměř vždy slabě kyselá, proto se barví červeně, zatímco kultura trepek slabě zásaditá. Po přidání k trepkám se suspenze zbarvila bleděžlutě. Toto zbarvení kvasinek trvalo krátký čas. Obsah vakuoly zčervenal a poté kvasinky zežloutly.



Obrázek 31: Trepka velká (*Paramecium caudatum*) – naplněné potravní vakuoly barvenými kvasinkami. Foto vlastní, 4. 5. 2010.

Měňavka velká (*Amoeba proteus*)

Měňavku jsem barvila methylenovou zelení. Methylenová zeleň zvýraznila jádro měňavky.



Obrázek 32: Měňavka velká (*Amoeba proteus*) – methylenová zeleň –jádro. Foto vlastní, 4. 5. 2010.

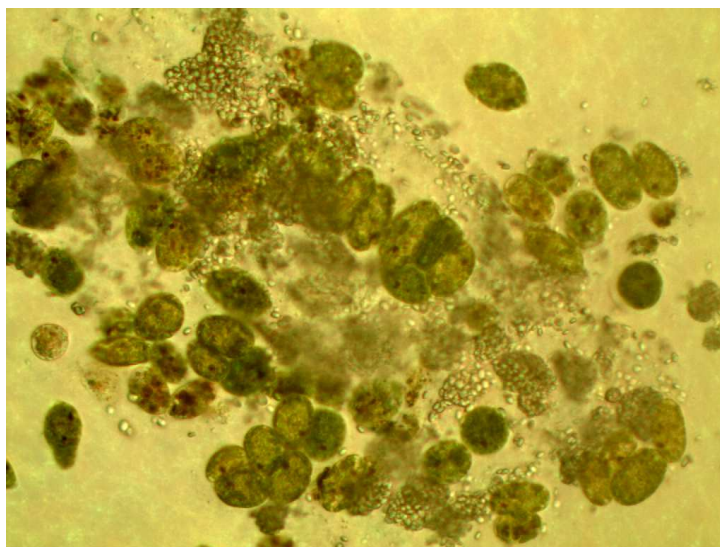
Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*)

Krásnoočko štíhlé jsem barvila Lugolovým roztokem. Lugolův roztok u krásnoočka obarvil bičík, jádro a paramylonová zrna, která obsahují chloroplasty, hnědě. Krásnoočko jsem přidáním Lugolova roztoku usmrtila, protože je mírně toxický.

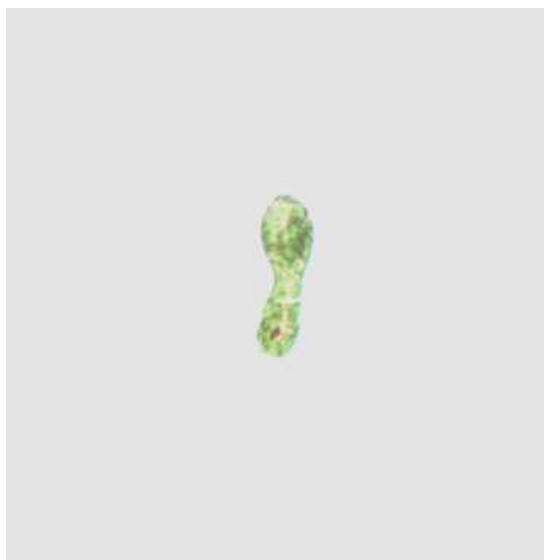


Obrázek 33: Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) – Lugolův roztok – bičík, jádro a paramylonová zrna. Foto vlastní, 26. 5. 2010.

Posledním způsobem barvení krásnoočka, které jsem dělala, bylo barvení methylovou zelení. Methylová zeleň obarvila jádro krásnoočka.



Obrázek 34: Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) – methylová zeleň – jádro. Foto vlastní, 4. 5. 2010.



Obrázek 35: Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) – methylová zeleň – jádro (v horní části snímku vpravo). Foto vlastní, 26. 5. 2010.

4. 2 Návrhy laboratorních cvičení

Laboratorní cvičení a pracovní listy jsem navrhovala pro žáky 6. ročníků základních škol. Laboratorní cvičení obsahují zadání pro žáky a část pro učitele. Pracovní listy i s autorským řešením jsou uvedeny v přílohách diplomové práce.

Bezpečnostní pokyny pro práci v laboratoři podle Stoklasa a kol. (2001):

1. Pracujte uvážlivě a soustředěně.
2. Udržujte pořádek a čistotu. V laboratoři **nepijte a nejezte!!!**
3. Chemické látky, jedovaté rostliny nebo jejich plody neberte do rukou a **neochutnávejte je**. Po práci si vždy umyjte ruce.
4. Používáte-li při práci hořlaviny, nesmí být v blízkosti otevřený oheň.
5. Při práci s chemikáliemi si pečlivě pročtěte údaje na štítku, kde jsou uvedeny znaky i symboly nebezpečnosti. Podle pokynů používejte ochranné pomůcky (rukavice, štít nebo ochranné brýle). Nikdy kapaliny nenasávejte do pipety ústy!
6. Ústí zahřívaných nádob nikdy neobracejte proti sobě ani proti spolužákům.
7. Zbytky nebezpečných látek odkládejte **VŽDY** výhradně do nádob k tomu určených.
8. Seznamte se s použitím a umístěním prostředků protipožární ochrany a se zásadami první pomoci (hasicí přístroj, lékárnička).
9. Každý případný úraz i drobné poranění **ihned ohlaste** vyučujícímu.

4. 2. 1 Laboratorní cvičení – zadání pro žáky

Pozorování prvoků v senném nálevu

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku senného nálevu. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu prvoků. Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme prvoky.

Nákres:

Závěr:

Příjem potravy trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata, párátka

Chemikálie: tuš (popřípadě práškový karmín)

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku kultury s trepkami. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu trepky velké a párátkem nanese trochu tuše (popřípadě práškového karmínu). Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme trepku. Po určité době pozorujeme pohyb zrněk barviva v okolí trepek a náplň potravních vakuol.

Nákres:

Závěr:

Pozorování velkého jádra (makronukleu) trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, filtrační papír, kapátko, kultura s trepkami

Chemikálie: methylová zeleň, popřípadě roztok karmínu

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu trepek a preparát uzavřeme krycím sklíčkem. Z jedné strany krycího sklíčka kápneme methylovou zeleň a vsajeme jej pomocí filtračního papíru pod krycí sklíčko. Takto hotový preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme obarvené jádro.

Nákres:

Závěr:

Důkaz zrněk glykogenu v cytoplazmě trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, kultura trepek, filtrační papír, kapátko

Chemikálie: Lugolův roztok (jódjódkálium)

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu trepek a preparát uzavřeme krycím sklíčkem. Ze strany krycího sklíčka kápneme kapátkem kapku Lugolova roztoku a vsajeme jej pomocí filtračního papíru pod krycí sklíčko. Hotový preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme červenohnědě zbarvená zrnka glykogenu v cytoplazmě trepky.

Nákres:

Závěr:

Zvýraznění brv trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, kultura trepek, filtrační papír, kapátko

Chemikálie: Lugolův roztok (jódjódkálium)

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu trepek a preparát uzavřeme krycím sklíčkem. Ze strany krycího sklíčka kápneme kapátkem kapku Lugolova roztoku a vsajeme jej pomocí filtračního papíru pod krycí sklíčko. Hotový preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme brvy, které slouží trepkám k pohybu.

Nákres:

Závěr:

Zvýraznění potravních vakuol trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, kultura trepek, vata

Chemikálie: neutrální červeně

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu trepek a do této kapky kápneme kapátkem ještě kapku neutrální červeně. Preparační jehlou kapky zamícháme a do kapky vložíme vlákna vaty na zpomalení pohybu. Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme barvící se potravní vakuoly.

Nákres:

Závěr:

Chemotaxe trepky velké (*Paramecium caudatum*) a vystřelování trichocyst trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, kultura trepek, filtrační papír, kapátko

Chemikálie: ocet, inkoust

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu trepek a preparát uzavřeme krycím sklíčkem. Vedle krycího sklíčka kapátkem kápneme kapku octa a pomocí filtračního papíru ho vsajeme pod krycí sklíčko. Takto zhotovený preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme vystřelování trichocyst. (trichocysty můžeme zvýraznit tak, že do kapky vody s trepkami přidáme kapku inkoustu)

Nákres:

Závěr:

Pozorování zpomaleného pohybu krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, kultura krásnoočka, vata, kapátko, filtrační papír, kapátko

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu krásnoočka, do této kapky přidáme pár vláken vaty a přikryjeme krycím sklíčkem. Z boku krycího sklíčka odsajeme filtračním papírem vodu z preparátu. Hotový preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme pohyb krásnoočka.

Nákres:

Závěr:

Zvýraznění jádra krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, kapátko, kultura krásnoočka, filtrační papír

Chemikálie: methylová zeleň

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu krásnoočka a preparát přikryjeme krycím sklíčkem. Z jedné strany krycího sklíčka kápneme methylovou zeleň a vsajeme jej pomocí filtračního papíru pod krycí sklíčko. Takto hotový preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme obarvené jádro krásnoočka.

Nákres:

Závěr:

Zvýraznění bičíku krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, kapátko, kultura krásnoočka, filtrační papír

Chemikálie: Lugolův roztok (jódjódkálium)

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kapátkem kápneme kulturu krásnoočka a preparát uzavřeme krycím sklíčkem. Ze strany krycího sklíčka kápneme kapátkem kapku Lugolova roztoku a vsajeme jej pomocí filtračního papíru pod krycí sklíčko. Hotový preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme hnědě zbarvené bičíky, které slouží krásnoočkám k pohybu.

Nákres:

Závěr:

Pozorování jádra měňavky velké (*Amoeba proteus*)

Pomůcky: mikroskop, potřeby pro mikroskopování, binokulární lupa, kapátko, filtrační papír, kultura měňavek, Petriho miska

Chemikálie: methylová zeleň

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Kulturu měňavek přelijeme do Petriho misky, Petriho misku vložíme pod binokulární lupu a vyhledáme měňavku. Měňavku kapátkem přeneseme na podložní sklíčko a preparát přikryjeme krycím sklíčkem. Z jedné strany krycího sklíčka kápneme methylovou zeleň a vsajeme jej pomocí filtračního papíru pod krycí sklíčko. Takto hotový preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme obarvené jádro měňavky.

Nákres:

Závěr:

4. 2. 2 Laboratorní cvičení – část pro učitele

V části pro učitele učitelé naleznou podrobnější informace k jednotlivým laboratorním cvičením, což je vzdělávací cíl, časová dotace, použité chemikálie a jejich namíchání a samozřejmě závěr, který je z laboratorního cvičení vyvozen.

Pozorování prvků v senném nálevu

Vzdělávací cíl: Pozorovat různé nálevníky v senném nálevu.

Časová dotace: 10 minut

Chemikálie (použitá barviva): -----

Závěr: Nálevníky lze pozorovat v senném nálevu.

Příjem potravy trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Vzdělávací cíl: Sledovat příjem potravy trepkou.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): tuš nebo práškový karmín

Závěr: Potravní vakuoly trepky se celkem rychle plní tuší (nebo zrnky karmínu).

Potravní vakuoly se barvivem obarví a jsou lépe viditelné. Potrava je vháněna do buněčných úst pohybem brv.

Pozorování velkého jádra (makronuklea) trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Vzdělávací cíl: Uspadnutí pozorovat velké jádro.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): methylenová zeleň (0,1g methylenové zeleně se 100ml destilované vody; před upotřebením zásobní roztok zředit stejným množstvím vody a na 100ml přidat 2ml kyseliny octové (1 – 5% kyselina octová)), popřípadě roztok karmínu

Závěr: Velké jádro (makronukleus) trepky se snadno zbarví methylenovou zelení zeleně a karmínem červeně.

Důkaz zrněk glykogenu v entoplazmě trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Vzdělávací cíl: Dokázat přítomnost glykogenu jako zásobní látky v entoplazmě trepek.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): Lugolův roztok (jódjódkálium)

Závěr: V entoplazmě trepek jsou přítomna zrnka glykogenu, který je jejich zásobní látkou.

Zvýraznění brv trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Vzdělávací cíl: Zvýraznit a zviditelnit brvy trepky.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): Lugolův roztok (jódjódkálium)

Závěr: Brvy slouží trepkám k pohybu.

Zvýraznění potravních vakuol trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Vzdělávací cíl: Zvýraznit a zviditelnit potravní vakuoly trepky.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): neutrální červen (0,01% roztok)

Závěr: Potravní vakuoly trepky se neutrální červení obarví červeně.

Chemotaxe trepky velké (*Paramecium caudatum*) a vystřelování trichocyst trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Vzdělávací cíl: Pozorovat vystřelování trichocyst.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): ocet, inkoust

Závěr: Trepky reagují na přítomnost octa vystřelováním trichocyst a přidáním inkoustu se trichocysty zbarví modře.

Pozorování zpomaleného pohybu krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*)

Vzdělávací cíl: Pozorovat zpomalený pohyb krásnoočka.

Časová dotace: 10 minut

Chemikálie (použitá barviva): -----

Závěr: Přidání vláken vaty umožní zpomalit pohyb krásnoočka.

Zvýraznění jádra krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*)

Vzdělávací cíl: Zvýraznit a zviditelnit jádro krásnoočka.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): methylenová zeleň (0,1g methylenové zeleně se 100ml destilované vody; před upotřebením zásobní roztok zředit stejným množstvím vody a na 100ml přidat 2ml kyseliny octové (1 – 5% kyselina octová))

Závěr: Jádro krásnoočka se snadno zbarví methylenovou zelení zeleně.

Zvýraznění bičíku krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*)

Vzdělávací cíl: Zvýraznit bičík krásnoočka.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): Lugolův roztok (jódjódkálium)

Závěr: Bičík krásnoočka, který mu slouží k pohybu, zbarví Lugolův roztok hnědě.

Pozorování jádra měňavky velké (*Amoeba proteus*)

Vzdělávací cíl: Pozorovat zvýrazněné jádro měňavky.

Časová dotace: 15 minut

Chemikálie (použitá barviva): methylenová zeleň (0,1g methylenové zeleně se 100ml destilované vody; před upotřebením zásobní roztok zředit stejným množstvím vody a na 100ml přidat 2ml kyseliny octové (1 – 5% kyselina octová))

Závěr: Jádro měňavky se snadno zbarví methylenovou zelení zeleně.

4. 3 Výsledky ověření laboratorních prací na ZŠ

Laboratorní práce jsem ověřovala na Základní škole Kvílice. Ověřování se zúčastnilo 10 žáků (9 chlapců a 1 dívka) 6. ročníku základní školy v Kvílicích. Při první hodině jsme pozorovali prvky ze senného nálevu. Práce žáky zaujala a s chutí se vrhli do práce. Malinko je odradilo, když si kapátkem nabírali ze senného nálevu, nevinula se z něj příjemná vůně. Téměř všichni žáci našli v senném nálevu trepku velkou (*Paramecium caudatum*), jen dva studenti ji nenašli, těm se podařilo najít ledvinovku obecnou (*Colpoda cucullus*). Svá pozorování žáci zakreslili do připravených protokolů. Do protokolu uvedli i závěr. Při druhé hodině jsme trepku velkou (*Paramecium caudatum*), kterou jsem žákům dodala ze zrnkové kultury, barvili tuší a pozorovali plnící se potravní vakuoly. Z této práce byli žáci ještě více nadšeni, protože v mikroskopu viděli i něco barevného. I přesto, že nákresy v laboratorních pracích se mají kreslit obyčejnou tužkou, žáci byli natolik v euforii, že obrázky kreslili pastelkami. Své nákresy žáci zhotovili do připravených protokolů a uvedli závěr.

Na závěr mého ověřování žáci vyplnili pracovní listy, které jsou k nahlédnutí v přílohách diplomové práce. První pracovní list, který se věnoval pojmenování vyobrazeného zástupce a následně popsání jeho stavby těla, dopadl celkem dobře. Všichni žáci poznali, o kterého zástupce prvoků se jedná, ale žádný žák neměl úplně popsanou stavbu těla těchto jedinců. Druhý pracovní list, který spočíval ve vyplnění křížovky, správně vyplnili jen dva žáci. Třetí pracovní list dopadl nejlépe, i když žádný žák neměl všechno správně, ve výsledku pracovní list dopadl nejlépe ze všech pracovních listů.



Obrázek 36: Žák 6. ročníku ZŠ Kvílice – pozorování prvoků. Foto vlastní, 28. 3. 2012.



Obrázek 37: Žákyně 6. ročníku ZŠ Kvílice – pozorování prvoků. Foto vlastní, 28. 3. 2012.



Obrázek 38: Žák 6. ročníku ZŠ Kvílice – pozorování prvoků. Foto vlastní, 28. 3. 2012.

5. Diskuse

Rešerší učiva ve vybraných učebnicích pro 6. ročník základní školy a vyšší stupeň gymnázií jsem zjistila, že laboratorním pracím se zaměřením na barvení prvoků není věnována pozornost. Pouze učebnice Havlík (1998) obsahuje laboratorní práce, při kterých barví trepku velkou inkoustem/tuší a neutrální červení, v učebnici Jelínek, Zicháček (2004) se věnují barvení krásnoočka (*Euglena*) methylovou zelení, dále barvením trepky velké (*Paramecium caudatum*) methylovou modří, neutrální červení a tuší. Učebnice Bumerl a kol. (1997) se věnuje barvení neutrální červení a tuší.

Při kultivaci jednotlivých zástupců se mi některé metody osvědčily a některé naopak ne. Při kultivaci trepky velké (*Paramecium caudatum*) se mi osvědčila zrnková kultura podle Villeneuve – Braconové (Jírovec, 1958). Tato kultura vždy krásně narostla, ale nesmí se nechat vyschnout, jinak trepky uhynou. Metoda se spodními ovadlými listy salátu podle Lelláková (1993) se mi také osvědčila. Kultura trepek v tomto prostředí krásně narostla. Naopak metoda očkování nálevníků na sušené mléko dle Lelláková (1993) se mi nepodařila. Při kontrole množivosti zástupců jsem vždy v Erlenmayerově baňce nenašla žádného zástupce. Je možné, že jsem do nálevu dala moc mléka (příliš vysoká koncentrace) nebo za příčinu považuji to, že jsem použila Nutrilon, místo klasického sušeného mléka. Poslední metodou kultivace trepky velké (*Paramecium caudatum*), kterou jsem zkoušela, byl senný nálev. Senný nálev jsem zkoušela dvojího typu - jak s vodou akvarijní, tak i s odstátou vodou vodovodní. Tato metoda se mi při kultivaci trepky neosvědčila. Senné nálevy mi chytily plíseň, takže jsem se až ke dni (49 – 50 den), kdy by se v nálevu měly objevit trepky, nedostala. V senných nálevech jsem po 7 dnech našla hojně nálevníka ledvinovku (*Colpoda sp.*). Senné nálevy byly shodné s grafem podle Lelláková (1993), která uvádí, že ledvinovka by se měla objevit po 7 – 20 dnech, mně se objevila právě po sedmi dnech. Senné nálevy se mi neosvědčily i z dalších důvodů. Při delším stáří senného nálevu nálev zapáchá, a když žáci zkouší v nálevu nalézt nějakého zástupce, nepoznají, co vlastně našli. Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) jsem kultivovala tzv. půdním odvarem (Jírovec, 1958). Tato metoda kultivace se mi osvědčila. Kultura krásnooček hezky narostla. Ještě by se

dala vyzkoušet metoda kultivace s kompostem. Na tu už mi nevyšel čas. Druhou metodou kultivace krásnoočka, kterou jsem zkoušela, byla živná půda L25 dle Lelláková (1993). Při kontrole krásnooček v živné půdě L25 jsem našla jen mrtvé buňky krásnooček, Lelláková (1993) zřejmě uvádí vysokou koncentraci peptonu. V návodu na živnou půdu L25 byla pravděpodobně tisková chyba. Posledním způsobem kultivace krásnoočka štíhlého (*Euglena gracilis*), který jsem zkoušela, bylo médium na krásnoočko používané na Katedře parazitologie PřF UK v Praze (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). V tomto médiu se krásnoočka hezky množila a kultura krásně narostla do vysokých hustot a udržela se dlouho živá. Měňavku velkou (*Amoeba proteus*) jsem kultivovala tzv. půdním odvarem (Jírovec, 1958). Při kontrole kultury se kultura rozmnožila minimálně. Zřejmě použitá půda obsahovala nějaké látky, které nejsou vhodné pro měňavky. Druhým způsobem kultivace měňavky byl senný nálev Lelláková (1993) dvojího typu. Senný nálev jsem zkoušela jak s akvarijní vodou, tak i s vodou kohoutkovou (vodovodní). V senných nálevech jsem měňavky nenalezla. Podle grafu v Lelláková (1993) by se měňavky v senném nálevu měly objevit někdy kolem 47. dne. Moje senné nálevy ale chytily plíseň a tak dlouho jsem je založené neměla. Posledním způsobem kultivace měňavky velké (*Amoeba proteus*), který jsem zkoušela, bylo médium pro *Amoebu proteus* používané Katedrou parazitologie PřF UK (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). V tomto médiu se mi měňavky krásně množily. Kontrolu kultury jsem dělala hned po jednom dni, a to byla kultura beze změn. Při kontrole kultury po 8 dnech byly měňavky namnožené. Kultura v médiu pro *Amoebu proteus* krásně narostla.

Jako optimální metodu kultivace trepky velké bych doporučila zrnkovou kulturu podle Villeneuve – Braconové (Jírovec, 1958). Tato metoda kultivace se vždy podařila. Metoda se spodními ovadlými listy salátu (Buchar, 1993) je také vhodná. Není nijak náročná a trepky se v tomto prostředí krásně množily, ale kultura více zapáchá. Vhodnou (optimální) metodou kultivace krásnoočka bych doporučila tzv. půdní odvar (Jírovec, 1958) a médium na krásnoočko používané na Katedře parazitologie PřF UK v Praze (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). Optimální metodu kultivace měňavky bych doporučila médium pro *Amoebu proteus* používané Katedrou parazitologie PřF UK (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010).

Metody barvení trepky velké (*Paramecium caudatum*) se mi podařily

všechny. Barvením methylovou zelení jsem u trepky zvýraznila velké jádro (makronukleus). Karmínem jsem pozorovala, jak trepka přijímá potravu. Z barvení karmínem ale nemám žádné fotografie. Neutrální červení jsem zvýraznila potravní vakuoly trepky. Lugolův roztok trepky usmrtil (je pro ně toxický), ale pomocí Lugolova roztoku jsem zvýraznila brvy trepky a dokázala zrnka glykogenu v cytoplazmě. Barvením tuší jsem pozorovala, jak se plní potravní vakuoly – z tohoto barvení nemám fotografie. Kongo červen u trepky obarvila cytoplazmu – z tohoto barvení opět nemám fotografie. Posledním způsobem barvení trepky, který jsem dělala, bylo barvení inkoustem (modrým, červeným). Modrý inkoust u trepky obarvil jádro a červený inkoust obarvil cytoplazmu, trepky toto barvení nepřežily a uhynuly – z tohoto barvení nemám fotografie. Měňavku velkou (*Amoeba proteus*) jsem barvila jen methylovou zelení. Při tomto barvení by se mělo obarvit jádro měňavky. Mě se toto barvení nepodařilo. Krásnoočka štíhlé (*Euglena gracilis*) jsem barvila methylovou zelení. Při barvení methylovou zelení jsem u krásnoočka zvýraznila jádro. Posledním způsobem barvení krásnoočka, které jsem dělala, bylo barvení Lugolovým roztokem, který krásnoočka usmrtil (je pro ně toxický). Lugolovým roztokem jsem u krásnoočka zvýraznila bičík, jádro a paramylonová zrna, která obsahují chloroplasty.

Laboratorní cvičení, která jsem navrhla, jsou vhodná pro žáky (studenty) 6. ročníků základních škol. Vybrala jsem úlohy, které by měli zvládnout všichni žáci. Žádné chemikálie, které se v laboratorních pracích používají, nejsou při správném zacházení životu nebezpečné. Žákům 6. ročníku základní školy v Kvílicích, kde jsem ověřovala návrhy laboratorních prací a pracovní listy, se práce velmi líbila. Byli nadšeni z toho, že není hodina výkladu, ale že mohou pracovat a něco pozorovat také oni sami. Zaujal je mikroskop, se kterým se do té doby ve výuce ještě nesetkali. Nejprve jsme si museli říci, z jakých částí se mikroskop skládá a k čemu slouží. Po prvním nadšení žáků přišlo jedno nemilé překvapení, laboratorní práce, při které se kultura prvoků nabírala kapátkem ze zapáchajícího senného nálevu. Všechno ale žáci vydrželi a s radostí pozorovali prvoky ze senného nálevu. Při druhé hodině jsme trepku velkou (*Paramecium caudatum*) z kultury barvili tuší a pozorovali plnící se potravní vakuoly. Z této práce byli žáci ještě více nadšeni, protože v mikroskopu viděli i něco barevného. I přesto, že nákresy v laboratorních pracích se mají kreslit obyčejnou tužkou, žáci

byl natolik v euforii, že obrázky kreslili pastelkami. Mně to nevadilo, obrázky byli pro žáky poučné. Na první pohled hned viděli, co vlastně při své práci dokázali. Altmann (1972) uvádí: „Nejdůležitější zásadou pro vyučování je zásada názornosti. Nejúčinnější vyučování se zakládá na smyslovém vnímání, na pozorování a na pokusech“. A dále pokračuje: „Učební pomůcky rozšiřují zkušenosti žáků. Pomáhají jim lépe si osvojit základy vědního oboru. Při metodicky správném použití zaručují konkrétnější představy o přírodních. Rozšiřují zásobu těchto představ pro žádanou soustavu pojmů. Pomáhají pochopit strukturu věci. Usnadňují při výkladu postup od konkrétního k abstraktnímu“. Pracovní listy, které žáci vyplňovali, nebyly úplně vyplněny, žáci některé vědomosti zapomněli. Pracovní listy jsem pro žáky připravila tři. V prvním žáci podle obrázku pojmenovávali zástupce prvků a popisovali stavbu jeho těla – tento pracovní list dopadl na stupnici 1 – 5, číslem 3. Všichni žáci správně pojmenovali vyobrazené zástupce prvků, ale stavbu těla všech třech zástupců správně nevyplnil žádný žák. Ve druhém pracovním listu žáci vyplňovali křížovku a správně ji vyplnili pouze dva žáci z deseti. Ve třetím pracovním listu doplňovali žáci text, zaškrtovali správné odpovědi a přiřazovali k sobě informace. Tento pracovní list dopadl nejlépe.

6. Závěr

V úvodu své diplomové práce jsem si stanovila několik cílů, které by tato práce měla splnit. První cíl – Provést rešerši učiva v učebnicích pro základní školy a tyto učebnice zhodnotit – jsem splnila, a dokonce jsem ho ještě rozšířila a provedla jsem také rešerši učiva v učebnicích pro vyšší stupeň gymnázií. Druhým cílem mé diplomové práce bylo ověření metod kultivace vybraných modelových zástupců prvoků. Tento cíl jsem také splnila. Trepku velkou (*Paramecium caudatum*) jsem kultivovala čtyřmi způsoby a doporučila bych médium připravené z nabobtnaných zrněk pšenice a akvarijní vody podle Villeneuve – Braconové (Jírovec, 1958) a metodu se spodními ovadlými listy salátu dle Lelláková (1993). Měňavku velkou jsem kultivovala třemi způsoby a jako vhodný způsob kultivace bych doporučila pouze médium pro *Amoeba proteus* používané Katedrou parazitologie PřF UK (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010) Krásnoočko štíhlé jsem kultivovala třemi způsoby a ke kultivaci bych doporučila médium na krásnoočko (*Euglena*) používané na Katedře parazitologie PřF UK v Praze (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010) a půdní odvar podle Jírovce (1958). Třetím cílem bylo ověřit metody barvení vybraných modelových zástupců prvoků. Tento cíl jsem také splnila a všechny způsoby barvení bych doporučila jako vhodné pro žáky 6. ročníků základních škol. Čtvrtým cílem mé diplomové práce bylo vytvořit laboratorní cvičení pro žáky základních škol. Vtvořila jsem celkem 11 návrhů pro laboratorní cvičení. Tento cíl jsem také splnila. A pátým, posledním, cílem mé diplomové práce bylo ověřit navržené praktické úlohy ve výuce na základní škole. Tento cíl jsem splnila jen částečně. Ve výuce jsem ověřila pouze dvě praktické úlohy.

7. Seznam použité literatury

- ALTMAN, A., (1972): *Přírodniny ve vyučování biologie a geologie*, 2. upravené vydání. SPN. 133 s.
- ALTMAN, A., LIŠKOVÁ, E. (1979): *Praktikum ze zoologie: Metodická příručka pro praktická cvičení zoologie na školách I. a 2. cyklu*. 1. vyd. Praha. SPN. 334 s.
- BECKETT, B., GALLAGHEROVÁ, R. (1998): *Přehled učiva biologie*. Praha: Svajtko & Co, 223 s.
- BENEŠOVÁ, M., HAMPLOVÁ, H., KNOTOVÁ, K., LEFNEROVÁ, P., SÁČKOVÁ, I., SATRAPOVÁ, H. (2003): *Odmaturuj z biologie*. Brno: DIDAKTIS, 224 s.
- BERGER, J. (1997): *Systematická zoologie, učebnice biologie pro gymnázia a střední odborné školy*. Havlíčkův Brod: Tobiáš, 223 s.
- BOHÁČ, D., OŠMERA, S., PAPÁČEK, M. (1984): *Cvičení z biologie pro II. ročník gymnázia (nepovinný předmět)*. Praha: SPN, 107s.
- BRANIŠ, M. (2004): *Základy ekologie a ochrany životního prostředí*. 3. vydání. Praha: Informatorium, 203 s.
- BRUSCA, R., C., BRUSCA, G., J. (2005): *Invertebrate*. Second Edition, Sinauer Associates, 936 str.
- BUMERL, J. a kol. (1997): *Biologie 1 pro střední odborné školy*. Praha: SPN, 221 s.
- ČABRADOVÁ, V., HASCH, Fr., SEJPKA, J., VANĚČKOVÁ, I. (2003): *Přírodopis pro 6. ročník ZŠ a primu víceletého gymnázia*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 120 s.
- ČEPIČKA, I., LUKEŠ, J., VÁVRA, J. (2007): Protozoologie. In: VOLF, P., HORÁK, P. a kol. (2007): *Paraziti a jejich biologie*. TRITON, 318 stran, 1. vydání. 50 – 137s.
- ČERNÍK, V., BÍČEK, V., MARTINEC, Z. (1999): *Přírodopis I pro 6 ročník ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1. vyd. Praha: SPN, 103 s.
- DOBRORUKA, L. J., CÍLEK, V., HASCH, Fr., STORCHOVÁ, Z. (1997): *Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ*. Praha: Scientia, 127 s.
- DOGEL, V., A. (1961): *Zoologie bezobratlých*. Praha: SPN, 597 s.

- GREENWOOD, D., SLACK, R.C.B, PEUTHERER, J.F. et al. (1999): *Lékařská mikrobiologie*. Přelož. Jiří Schindler. Praha: GRADA Publishing, 686 s.
- HANČOVÁ, H., VLKOVÁ, M. (1998): *Biologie II v kostce pro střední školy*. Havlíčkův Brod: Fragment, 151 s.
- HAUSMANN, K., HÜLSMANN, N. (2003): *Protozoologie*. Praha: Akademie věd České republiky. 1.vydání, 347s.
- HAVLÍK, I. (1998): *Přírodopis 6, učebnice pro 6. ročník*. Brno: Nová škola, 80 s.
- CHURÝ, J. a kol. (1966): *Biologie se základy zoologie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 529 s.
- JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. (2004): *Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část)*. Olomouc, 574 s.
- JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. a kol. (2000): *Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část)*. Olomouc, 559 s.
- JÍROVEC, O. a kol. (1953): *Protozoologie*. Praha: Nakladatelství československé akademie věd. 643s.
- JÍROVEC, O., (1958): *Zoologická technika*. SPN Praha. 314 str.
- JURČÁK, J., FRONĚK, J. a kol (1997): *Přírodopis 6*. Praha: SPN, 64 s.
- KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., PECINA, P., FRONĚK, J., CAIS, J. (1995): *Poznáváme život*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 77 s.
- KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., PECINA, P., FRONĚK, J., CAIS, J. (1993): *Přírodopis pro 5. ročník ZŠ (6. ročník občanské školy) a nižší ročník gymnázií s výrazným ekologickým zaměřením*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 139 s.
- LANG, J. a kol. (1971): *Zoologie I. díl*. Praha. SPN.
- LELLÁKOVÁ, F. a kol. (1985): *Zoologická technika*. UK Praha, vydavatelství Karolinum, 2. vydání . 120 str.
- LELLÁKOVÁ, F.: Mikroskopické preparáty. In: LELLÁKOVÁ, F. a kol. (1985): *Zoologická technika*. UK Praha, vydavatelství Karolinum, 2. vydání . 120 str., 8 – 41s.
- LELLÁKOVÁ, F.: Prvoci (Protozoa). In: BUCHAR, J., LELLÁKOVÁ, F. (1993): *Práce ze zoologie*. Praha, UK Praha. 2. vydání. 257 str. 10 – 25 s.
- MALENINSKÝ, M., SMRŽ, J. (1997): *Zoologie bezobratlí 1, učebnice pro ZŠ a nižší stupeň víceletých gymnázií*. 1. vyd. Praha: ČGS, 63 s.
- MARTINEC, Z., DUCHÁČ, V. (2004): *Testy a laboratorní práce z přírodopisu pro 2. stupeň základní školy*. Praha. SPN. 118s.

- PAPÁČEK, M., MATĚNOVÁ, V., MATĚNA, J., SOLDÁN, T. (1994): *Zoologie*. Praha: Scientia, 286 s.
- ROMANOVSKÝ, A. a kol. (1985): *Obecná biologie*. Praha. SPN
- ROSYPAL, S. a kol. (1998): *Přehled biologie*. Praha: Scientia, 642 s.
- ROSYPAL, S. a kol. (2003): *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia, 797 s.
- RUPPERT, E., FOX, R., BARNES, R. (2004): *Invertebrate Zoology*. Seventh Edition, Thomson, 963 str.
- SKÝBOVÁ, J., PAVELKOVÁ, J. (2003): *Přírodopis zoologie I pro ZŠ pro sluchově postižené*. 1. vyd. Praha: Septima, 79 s.
- SMRŽ, J., HORÁČEK, I., ŠVÁTORA, M. (2004): *Biologie živočichů pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 207 s.
- STOKLASA, J. a kol. (2001): *Seminář a praktikum z přírodopisu pro 2. stupeň základní školy*. Praha. SPN. 88s.
- STOKLASA, J., HORNÍK, F., KOČÁREK, E. (1984): *Vytváření didaktických dovedností učitele biologie*. Praha. SPN. 156s.
- ŠIFNER, F. (2004): *Stručný přehled systému prvoků a bezobratlých živočichů*. Praha: UK Praha – Pedagogická fakulta, 79 s.
- VILČEK, Fr., LIŠKOVÁ, E., ALTMAN, A., KORÁBOVÁ, A. (1986): *Přírodopis 6*. 1. vyd. Praha: SPN, 207 s.
- VOJTKOVÁ, L. (1988): *Zoologie bezobratlých*. I. Protozoa. Rektorát UJEP, Brno, 110 s. (skriptum).
- ZIEGLER, V. (2001): *Základy paleontologie*. UK v Praze: Nakladatelství Karolinum, 184 s.
- ZICHÁČEK, V. (2000): Biologie živočichů. In: JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. a kol. (2000): *Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část)*. Olomouc, 559 s. 85 – 91 s.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Zastoupení učiva o jednobuněčných organismech v učebnicích pro 6. ročník základní školy.....	22
Tabulka 2: SWOT analýza učebnic přírodopisu pro 6. ročník ZŠ (vysvětlení SWOT analýzy výše v textu).....	24
Tabulka 3: Zastoupení učiva o jednobuněčných organismech v učebnicích pro vyšší stupeň gymnázií.....	27
Tabulka 4: SWOT analýza učebnic biologie pro vyšší stupeň gymnázií (vysvětlení SWOT analýza učebnic přírodopisu pro 6. ročník základní školy).....	29
Tabulka 5: Přehled barviv a organel, které barví.....	52

Seznam obrázků

Obrázek 1: Nejdůležitější životní prostředí prvoků. Převzato z Hausmann, Hülsmann, (2003).....	15
Obrázek 2: Stavba těla trepky velké (<i>Paramecium caudatum</i>).Převzato z http://www.biomach.cz/biologie-protist/prvoci	34
Obrázek 3: Barevně odlišená stavba těla trepky velké (<i>Paramecium caudatum</i>). Převzato z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Trepka_velk%C3%A1	34
Obrázek 4: Stavba těla měňavky velké (<i>Amoeba proteus</i>). Převzato z http://www.kbi.zcu.cz/OB/studium/invert/obra/1_amoe.gif	36
Obrázek 5: Stavba těla krásnoočka zeleného (<i>Euglena viridis</i>). Převzato z Jelínek, Zicháček a kol. (2000).....	38
Obrázek 6: Sterilizační přístroj – tlakový hrnec. Foto vlastní, 17. 3. 2010.....	41
Obrázek 7: Metoda s ovadlými listy salátu. Foto vlastní, 17. 3. 2010.....	42
Obrázek 8: Zfiltrovaný půdní odvar. Foto vlastní, 17. 3. 2010.....	44
Obrázek 9: Naočkované krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>) v živné půdě L25. Foto vlastní, 16. 3. 2010.....	45
Obrázek 10: Naočkované krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>) v médiu na krásnoočko podle Katedry parazitologie PřF UK v Praze (M. Marcinčíková, osobní sdělení 2010). Foto vlastní, 16. 3. 2010.....	46
Obrázek 11: Senný nálev – voda z akvária. Foto vlastní, 19. 5. 2010.....	47
Obrázek 12: Senný nálev – odstátá vodovodní voda. Foto vlastní, 19. 5. 2010...	47
Obrázek 13: Nálevník <i>Tetrahymena thermophila</i> v zrnkové kultuře. Foto vlastní, 19. 5. 2010.....	49

Obrázek 14: Vzorec karmínu. Převzato z prezentace bt-barvení_mikroskopických_preparatu.....	51
Obrázek 15: Monokulární zrcátkový mikroskop – značka Meopta. Foto vlastní, 38. 3. 2012.....	54
Obrázek 16: Monokulární zrcátkový mikroskop. Foto vlastní, 28. 3. 2012.....	54
Obrázek 17: Očkování krásnoočka štíhlého (<i>Euglena gracilis</i>) do média na krásnoočko (dle Katedry parazitologie PřF UK v Praze) v učebně R304. Foto Hana Musilová, 16. 3. 2010.....	55
Obrázek 18: Sterilizace kapátka nad lihovým kahanem v učebně R304. Foto Hana Musilová, 16. 3. 2010.....	56
Obrázek 19: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) mezi vlákny vaty - metoda se spodními ovadlými listy salátu. Foto vlastní, 4. 5. 2010.....	57
Obrázek 20: Krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>) v půdním odvaru. Foto vlastní, 26. 5. 2010.....	58
Obrázek 21: Krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>) – uhynulá buňka v živné půdě L25. Foto vlastní, 26. 5. 2010.....	58
Obrázek 22: Měňavka velká (<i>Amoeba proteus</i>) v půdním odvaru. Foto vlastní, 29. 4. 2010.....	59
Obrázek 23: Měňavka velká (<i>Amoeba proteus</i>) v médium pro <i>Amoeba proteus</i> používané na Katedře parazitologie PřF UK v Praze. Foto vlastní, 29. 4. 2010...	60
Obrázek 24: <i>Tetrahymena thermophila</i> v zrnkové kultuře. Foto vlastní, 16. 6. 2010.....	60
Obrázek 25: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) obarvená karmínem. Foto vlastní, 23. 6. 2010.....	61
Obrázek 26: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) - Lugolův roztok - zvýraznění brv. Foto vlastní, 26. 5. 2010.....	62

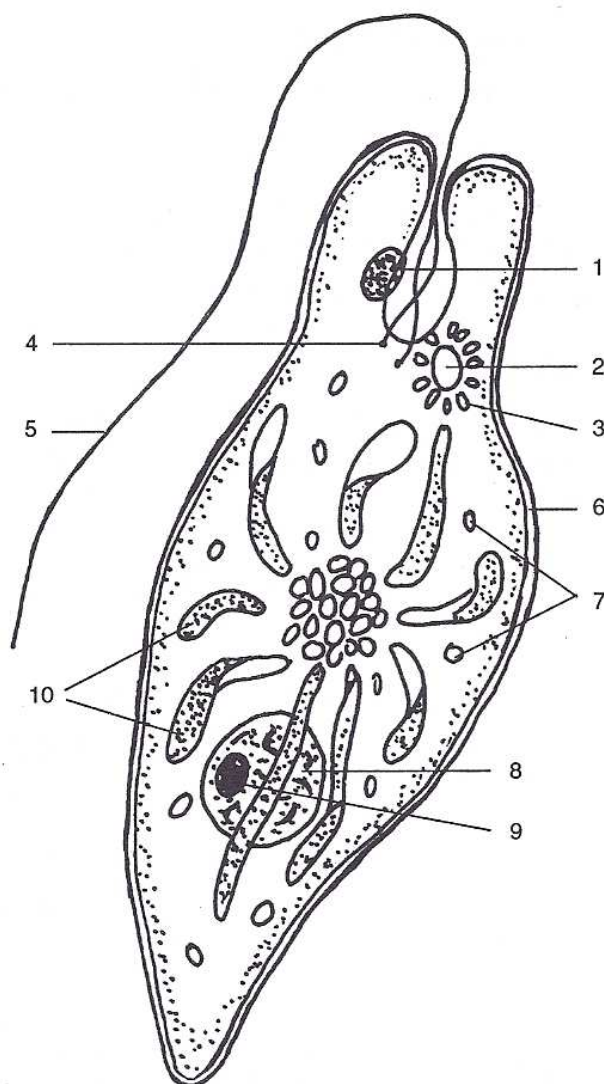
Obrázek 27: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) - Lugolův roztok - důkaz zrněk glykogenů v cytoplazmě. Foto vlastní, 26. 5. 2010.....	62
Obrázek 28: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) - methylová zeleň - jádro. Foto vlastní, 26. 5. 2010.....	63
Obrázek 29: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) - methylová zeleň - jádro. Foto vlastní, 4. 5. 2010.....	63
Obrázek 30: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) - neutrální červeň – zvýrazněné potravní vakuoly. Foto vlastní, 13. 5. 2010.....	64
Obrázek 31: Trepka velká (<i>Paramecium caudatum</i>) – naplněné potravní vakuoly barvenými kvasinkami. Foto vlastní, 4. 5. 2010.....	65
Obrázek 32: Měňavka velká (<i>Amoeba proteus</i>) – methylenová zeleň – jádro. Foto vlastní, 4. 5. 2010.....	65
Obrázek 33: Krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>) – Lugolův roztok – bičík, jádro a parymylonová zrna. Foto vlastní, 26. 5. 2010.....	66
Obrázek 34: Krásnoočka štíhlá (<i>Euglena gracilis</i>) – methylová zeleň – jádro. Foto vlastní, 4. 5. 2010.....	66
Obrázek 35 Krásnoočko štíhlé (<i>Euglena gracilis</i>) – methylová zeleň – jádro (v horní části snímku vpravo). Foto vlastní, 26. 5. 2010.....	67
Obrázek 36: Žák 6. ročníku ZŠ Kvílice – pozorování prvoků. Foto vlastní, 28. 3. 2012.....	84
Obrázek 37: Žákyně 6. ročníku ZŠ Kvílice – pozorování prvoků. Foto vlastní, 28. 3. 2012.....	84
Obrázek 38: Žák 6. ročníku ZŠ Kvílice – pozorování prvoků. Foto vlastní, 28. 3. 2012.....	85

8. Přílohy

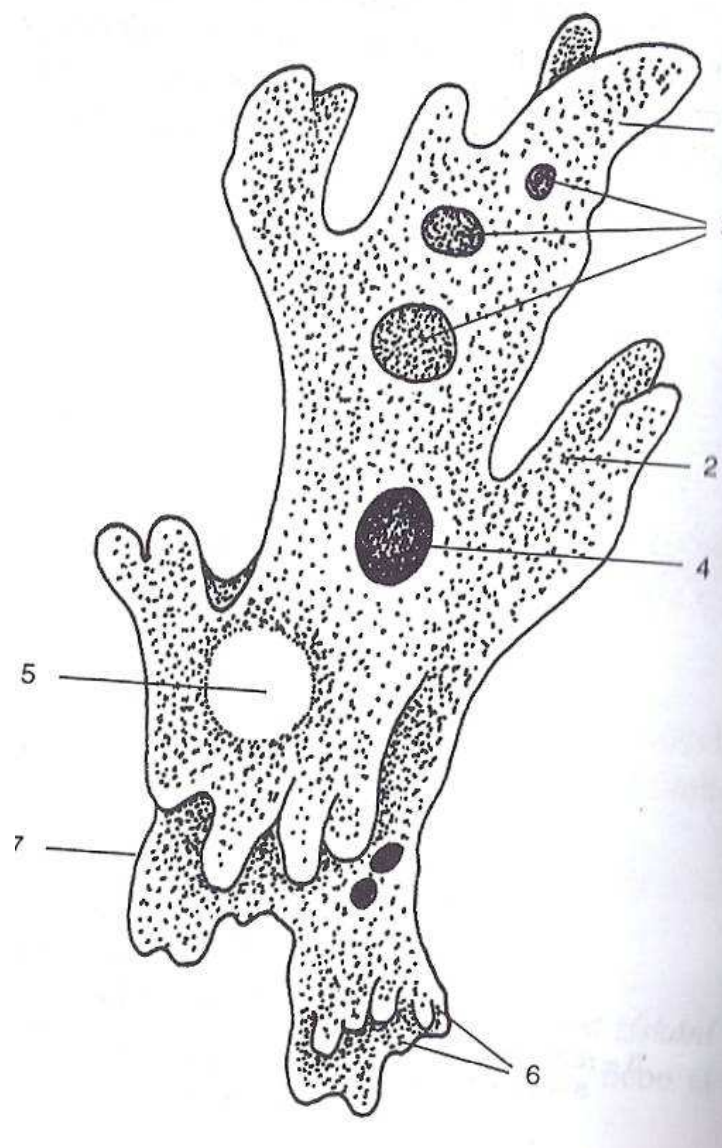
Příloha 1: Prázdné pracovní listy

Pracovní list prvoci č.1

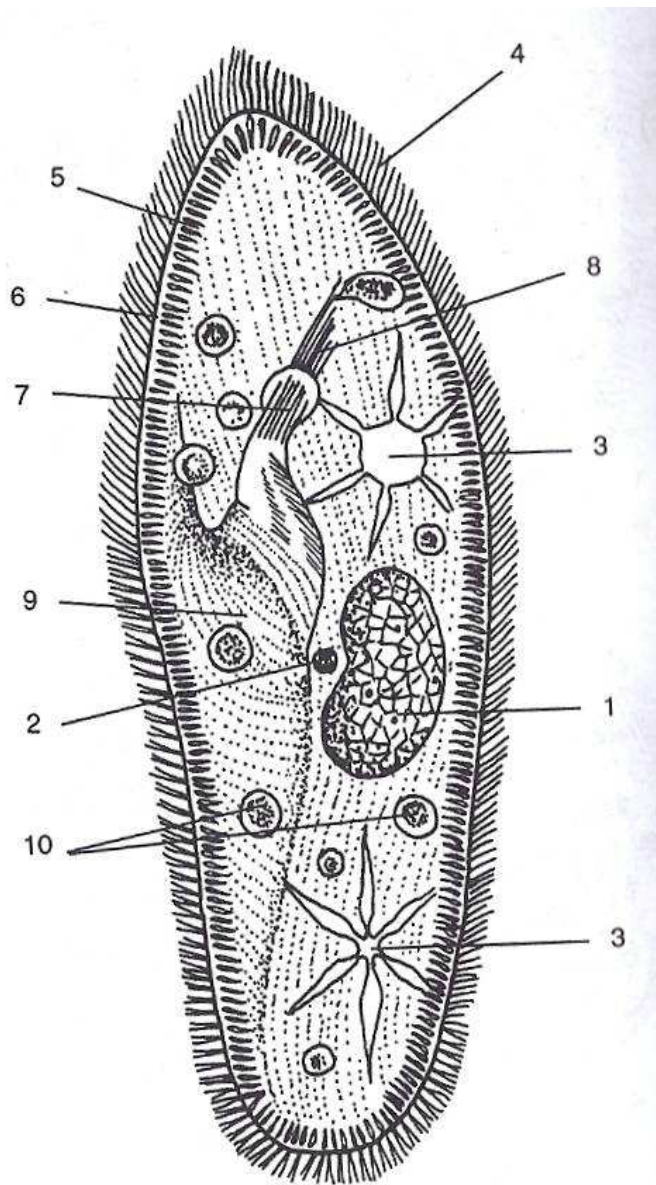
Pojmenujte zástupce vyobrazených prvoků a popište stavbu jejich těla:



Název :



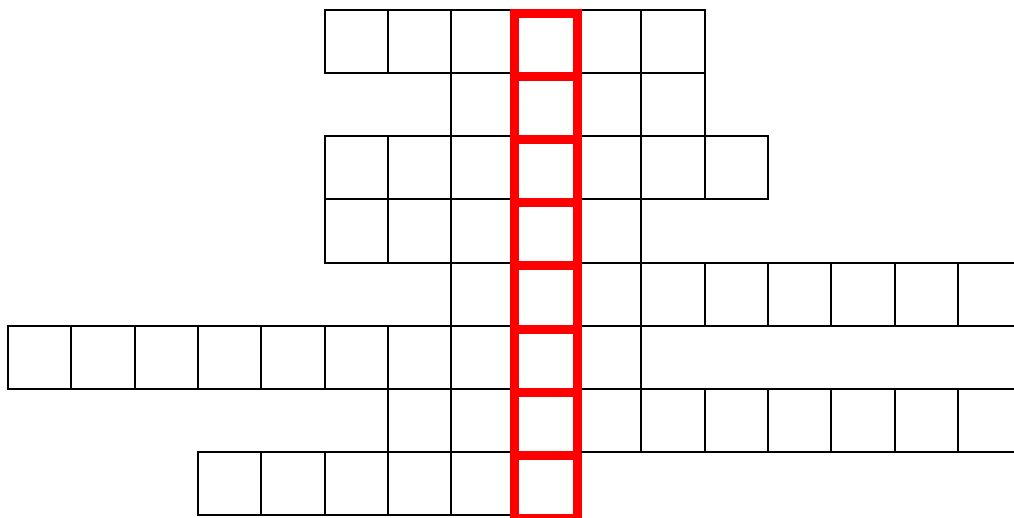
Název :



Název :

Pracovní list prvoci č.2

Vyplňte křížovku a v tajence zjistíte latinský název pro prvoky:



1. Hlavní zástupce nálevníků.
2. Organela pohybu trepky velké.
3. Výběžek cytoplazmy sloužící k pohybu měňavky velké.
4. Klidové stádium nálevníků během nepříznivých podmínek.
5. Pohlavní rozmnožování nálevníků (cizím slovem).
6. Způsob přijímání potravy měňavkami.
7. Organela obsahující zelené barvivo; sloužící k fotosyntéze.
8. Světločivná organela (skvrna) bičíkovců.

Pracovní list prvoci č.3

1. Doplňte text:

Jednobuněční živočichové se nazývají

Tělo prvoků je tvořeno

2. Spojte správně:

Prvoci se mohou pohybovat různými způsoby. Vytvoř správné dvojice:

brvy
panožky
bičíky

krásnoočko štíhlé
trepka velká
měňavka velká

Potravu mohou prvoci přijímat různě. Vytvoř správné dvojice:

buněčnými ústy
fagocytózou

měňavka velká
trepka velká

3. Zaškrtněte správnou odpověď:

Vnitřek buňky prvoků je vyplněn:

- a) buněčnou stěnou
- b) tkání
- c) pletivem
- d) cytoplazmou

Zalijeme-li seno vodou, lze po nějakém čase pozorovat nálevníky, kteří:

- a) se uvolnili z cyst zanesených vzduchem
- b) vznikli přeměnou z bakterií
- c) vznikli z rostlinných zbytků
- d) se tam připlazili z nejbližší vodní nádrže

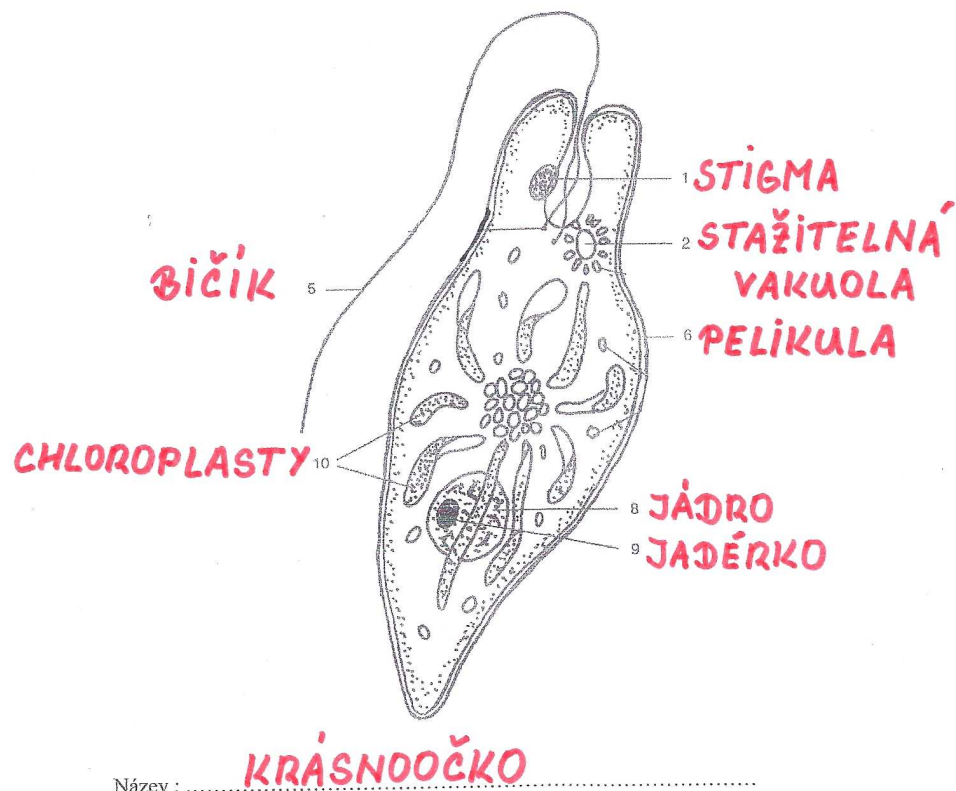
4. Nehodící se škrtněte:

Měňavka velká se pohybuje pomocí *panožek* – *bičíků* a přebytečnou vodu a škodlivé látky odstraňuje pomocí *potravní* – *stážitelné* vakuoly.

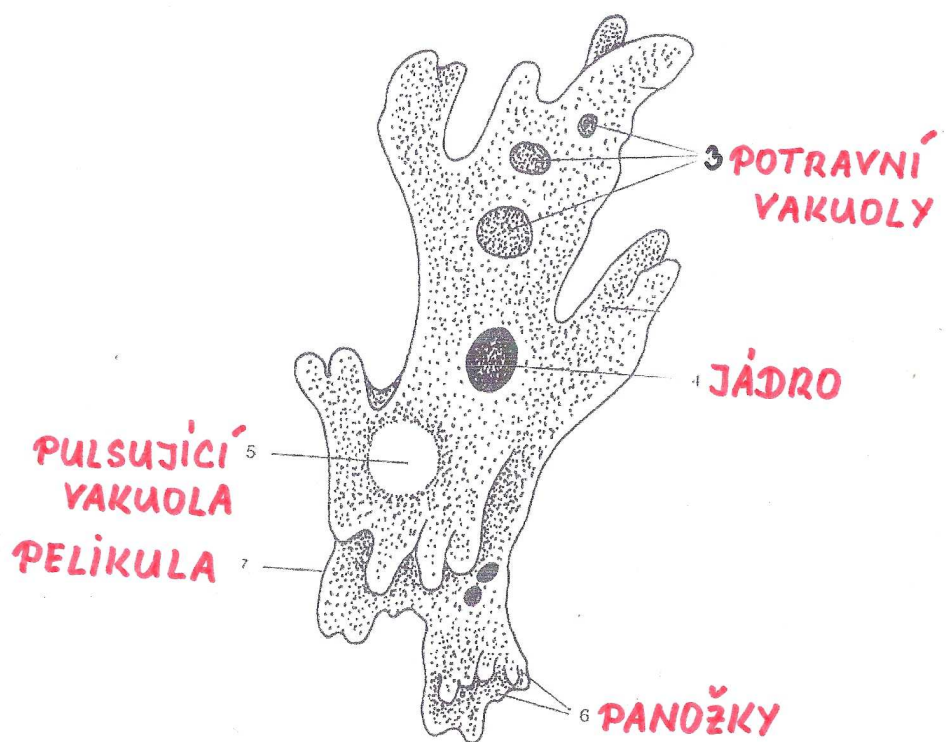
Příloha 2: Pracovní listy s autorským řešením

Pracovní list prvoci č.1

Pojmenujte zástupce vyobrazených prvoků a popište stavbu jejich těla:

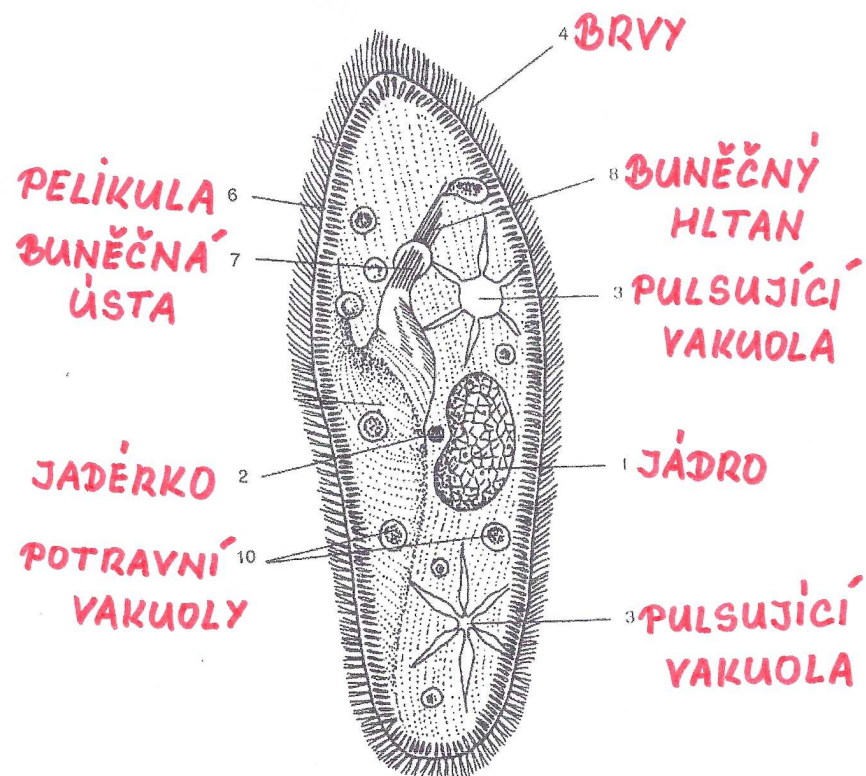


Název :



MĚŇAVKA

Název :



TREPKA

Název :

Pracovní list prvoci č.2

Vyplňte křížovku a v tajence zjistíte latinský název pro prvky:

							T	R	E	P	K	A								
									B	R	V	A								
							P	A	N	O	Ž	K	A							
							C	Y	S	T	A									
									K	O	N	J	U	G	A	C	E			
F	A	G	O	C	Y	T	Ó	Z	A											
							CH	L	O	R	O	P	L	A	S	T				
			S	T	I	G	M	A												

1. Hlavní zástupce nálevníků.
2. Organela pohybu trepky velké.
3. Výběžek cytoplazmy sloužící k pohybu měňavky velké.
4. Klidové stádium nálevníků během nepříznivých podmínek.
5. Pohlavní rozmnožování nálevníků (cizím slovem).
6. Způsob přijímání potravy měňavkami.
7. Organela obsahující zelené barvivo; sloužící k fotosyntéze.
8. Světločivná organela (skvrna) bičíkovců.

Pracovní list prvoci č.3

1. Doplňte text:

Jednobuněční živočichové se nazývají **PRVOCI**
Tělo prvoků je tvořeno **JEDNOU BUNĚKOU**

2. Spojte správně:

Prvoci se mohou pohybovat různými způsoby. Vytvoř správné dvojice:

brvy	krásnoočko štíhlé
panožky	trepka velká
bičíky	měňavka velká

Potravu mohou prvoci přijímat různě. Vytvoř správné dvojice:

buněčnými ústy	měňavka velká
fagocytózou	trepka velká

3. Zaškrtněte správnou odpověď:

Vnitřek buňky prvoků je vyplněn:

- a) buněčnou stěnou
- b) tkání
- c) pletivem
- ☒ d) cytoplazmou

Zalijeme-li seno vodou, lze po nějakém čase pozorovat nálevníky, kteří:

- ☒ a) se uvolnili z cyst zanesených vzduchem
- b) vznikli přeměnou z bakterií
- c) vznikli z rostlinných zbytků
- d) se tam připlazili z nejbližší vodní nádrže

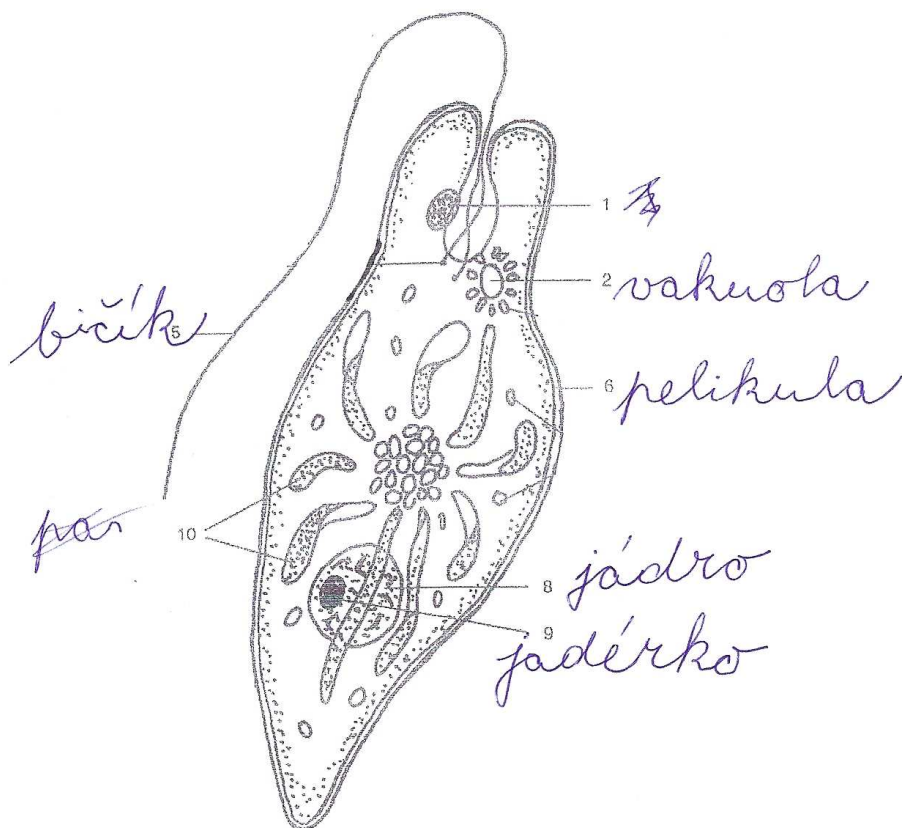
4. Nehodící se škrtněte:

Měňavka velká se pohybuje pomocí *panožek* – ~~bičků~~ a přebytečnou vodu a škodlivé látky odstraňuje pomocí ~~potravin~~ – *stlažitelné* vakuoly.

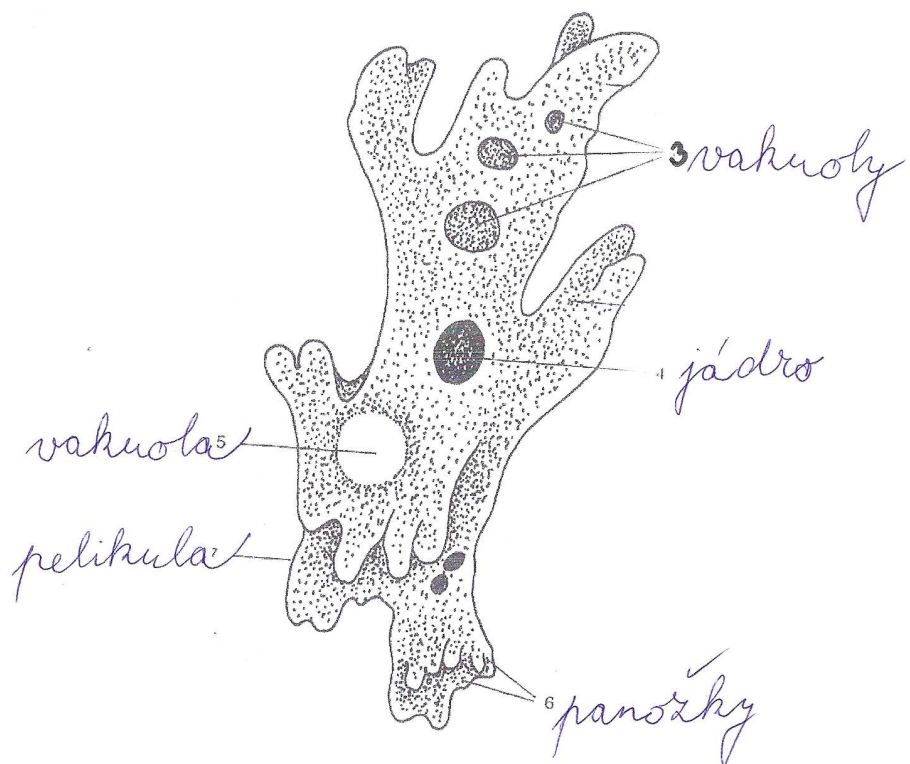
Příloha 3: Ukázka vyplněných pracovních listů

Pracovní list prvoci č.1

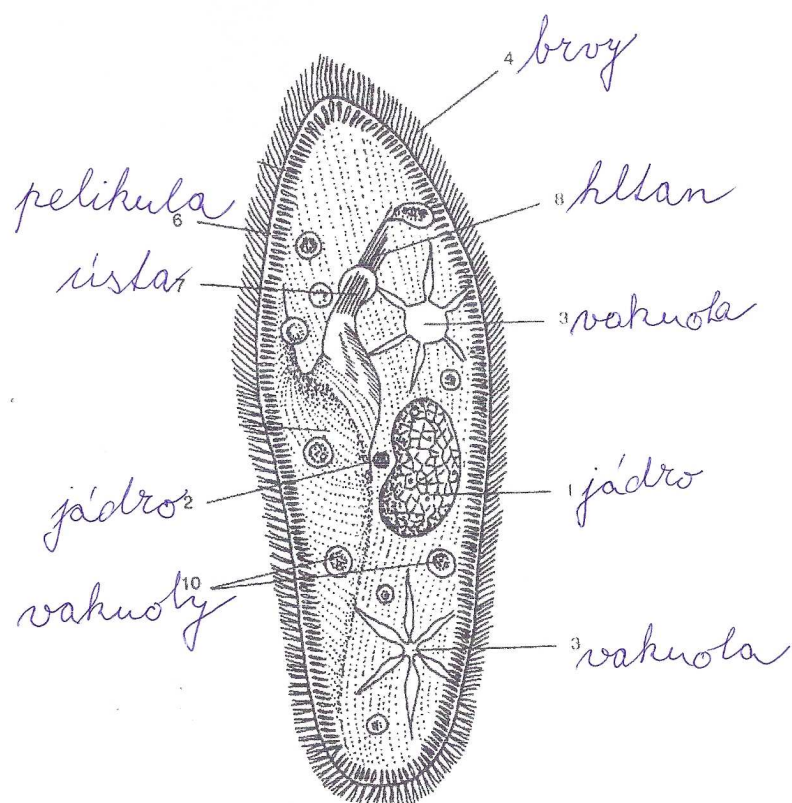
Pojmenujte zástupce vyobrazených prvoků a popište stavbu jejich těla:



Název : *Křásnočko*



Název : měňavka



Název : Trepka

Pracovní list prvoci č.2

Vyplňte křížovku a v tajence zjistíte latinský název pro prvoky:



1. Hlavní zástupce nálevníků.
2. Organela pohybu trepky velké.
3. Výběžek cytoplazmy sloužící k pohybu měňavky velké.
4. Klidové stádium nálevníků během nepříznivých podmínek.
5. Pohlavní rozmnožování nálevníků (cizím slovem).
6. Způsob přijímání potravy měňavkami.
7. Organela obsahující zelené barvivo; sloužící k fotosyntéze.
8. Světločivná organela (skvrna) bičíkovců.

Pracovní list prvoci č.3

1. Doplňte text:

Jednobuněční živočichové se nazývají prvoci
Tělo prvoků je tvořeno buněnou

2. Spojte správně:

Prvoci se mohou pohybovat různými způsoby. Vytvoř správné dvojice:

brvy	krásnoočko štíhlé
panožky	trepka velká
bičíky	měňavka velká

Potravu mohou prvoci přijímat různě. Vytvoř správné dvojice:

buněčnými ústy	měňavka velká
fagocytózou	trepka velká

3. Zaškrtněte správnou odpověď:

Vnitřek buňky prvoků je vyplněn:

- a) buněčnou stěnou
- ☒ b) tkání
- c) pletivem
- d) cytoplazmou

Zalijeme-li seno vodou, lze po nějakém čase pozorovat nálevníky, kteří:

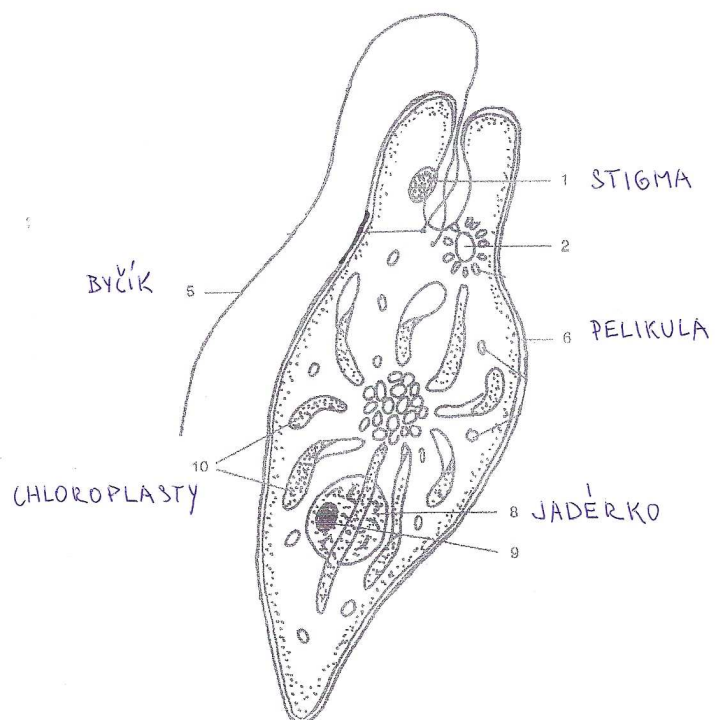
- a) se uvolnili z cyst zanesených vzduchem
- ☒ b) vznikli přeměnou z bakterií
- c) vznikli z rostlinných zbytků
- d) se tam připlazili z nejbližší vodní nádrže

4. Nehodící se škrtněte:

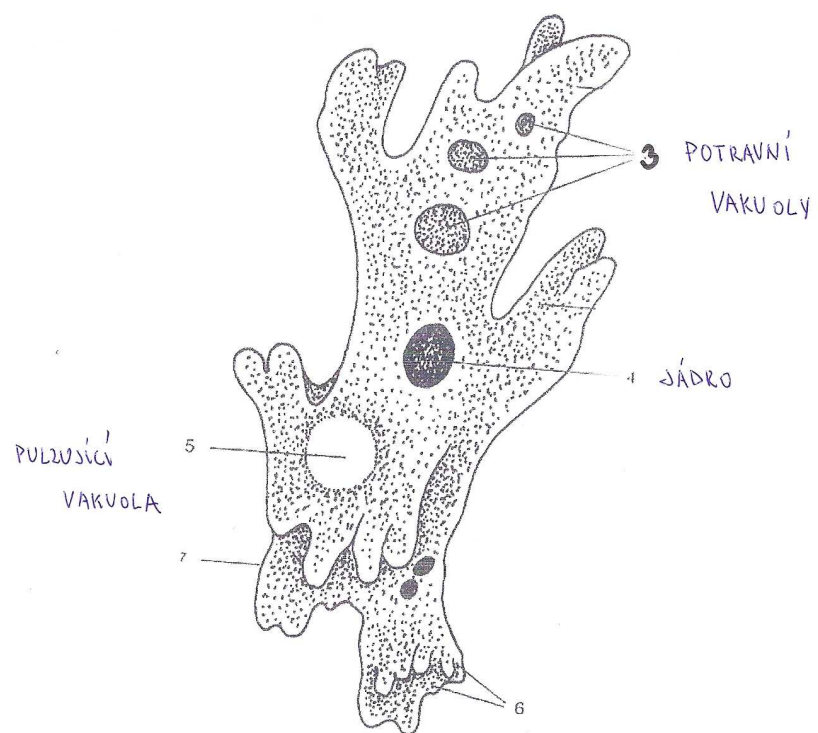
Měňavka velká se pohybuje pomocí panožek – ~~bičků~~ a přebytečnou vodu a škodlivé látky odstraňuje pomocí potravní – ~~stažitelné~~ vakuoly.

Pracovní list prvoci č.1

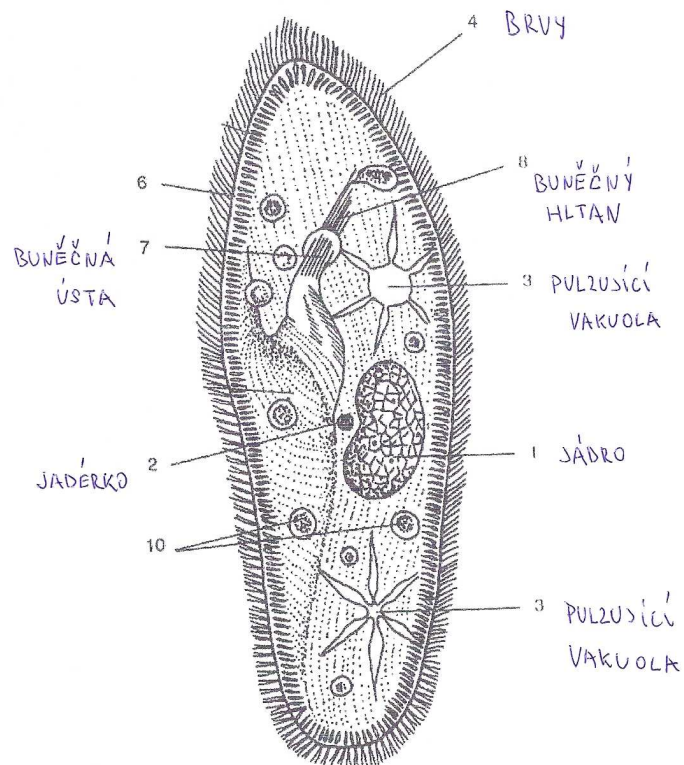
Pojmenujte zástupce vyobrazených prvoků a popište stavbu jejich těla:



Název : KRASNOOČKO



Název :^vHEVAUKA.....



Název : TREPKA

Pracovní list prvoci č.2

Vyplňte křížovku a v tajence zjistíte latinský název pro prvky:



1. Hlavní zástupce nálevníků.
2. Organela pohybu trepky velké.
3. Výběžek cytoplazmy sloužící k pohybu měňavky velké.
4. Klidové stádium nálevníků během nepříznivých podmínek.
5. Pohlavní rozmnožování nálevníků (cizím slovem).
6. Způsob přijímání potravy měňavkami.
7. Organela obsahující zelené barvivo; sloužící k fotosyntéze.
8. Světločivná organela (skvrna) bičíkovců.

Pracovní list prvoci č.3

1. Doplněte text:

Jednobuněční živočichové se nazývají ...PRVOCI...
Tělo prvoků je tvořeno ...JEDNOU BUŇKOU...

2. Spojte správně:

Prvoci se mohou pohybovat různými způsoby. Vytvoř správné dvojice:

brvy	krásnoočko štíhlé
panožky	trepka velká
bičíky	měňavka velká

Potravu mohou prvoci přijímat různě. Vytvoř správné dvojice:

buněčnými ústy	měňavka velká
fagocytózou	trepka velká

3. Zaškrtněte správnou odpověď:

Vnitřek buňky prvoků je vyplněn:

- ☒ a) buněčnou stěnou
- ☐ b) tkání
- ☐ c) pletivem
- ☐ d) cytoplazmou

Zalijeme-li seno vodou, lze po nějakém čase pozorovat nálevníky, kteří:

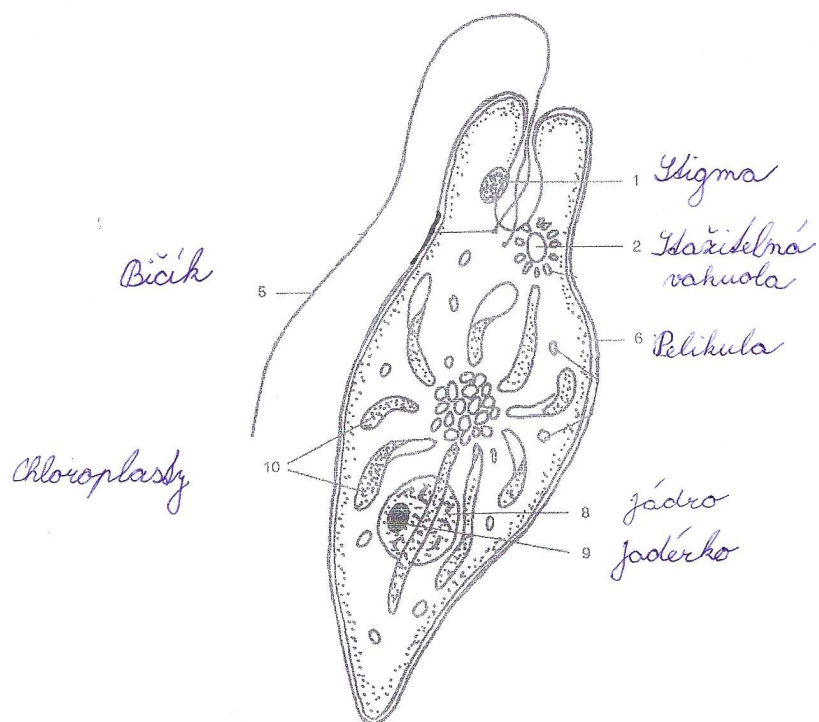
- ☒ a) se uvolnili z cyst zanesených vzduchem
- ☐ b) vznikli přeměnou z bakterií
- ☒ c) vznikli z rostlinných zbytků
- ☐ d) se tam připlazili z nejbližší vodní nádrže

4. Nehodící se škrtněte:

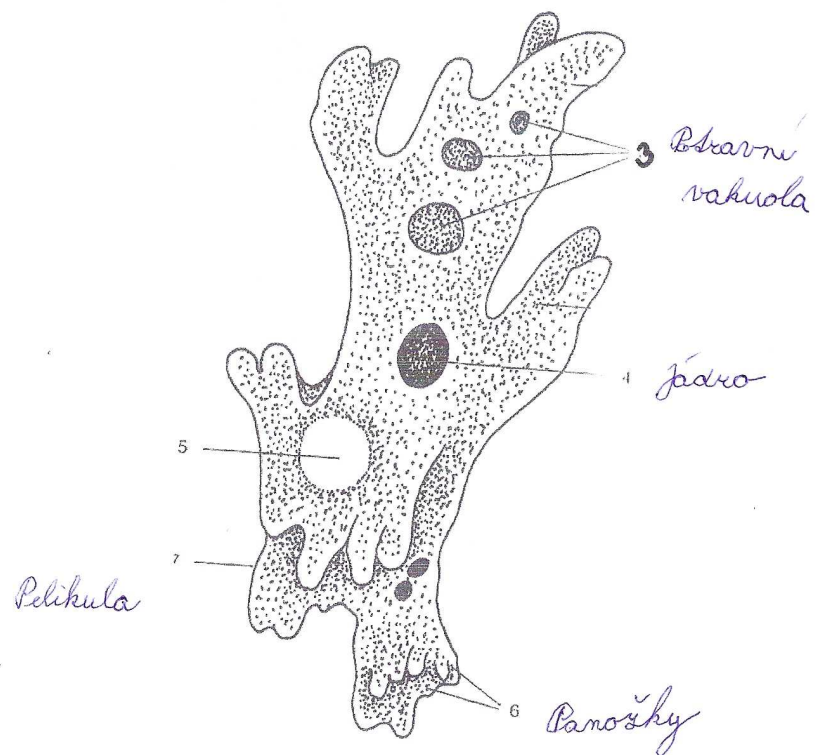
Měňavka velká se pohybuje pomocí panožek – ~~hlav~~ a přebytečnou vodu a škodlivé látky odstraňuje pomocí ~~potraviny~~ – stažitelné vakuoly.

Pracovní list prvoci č.1

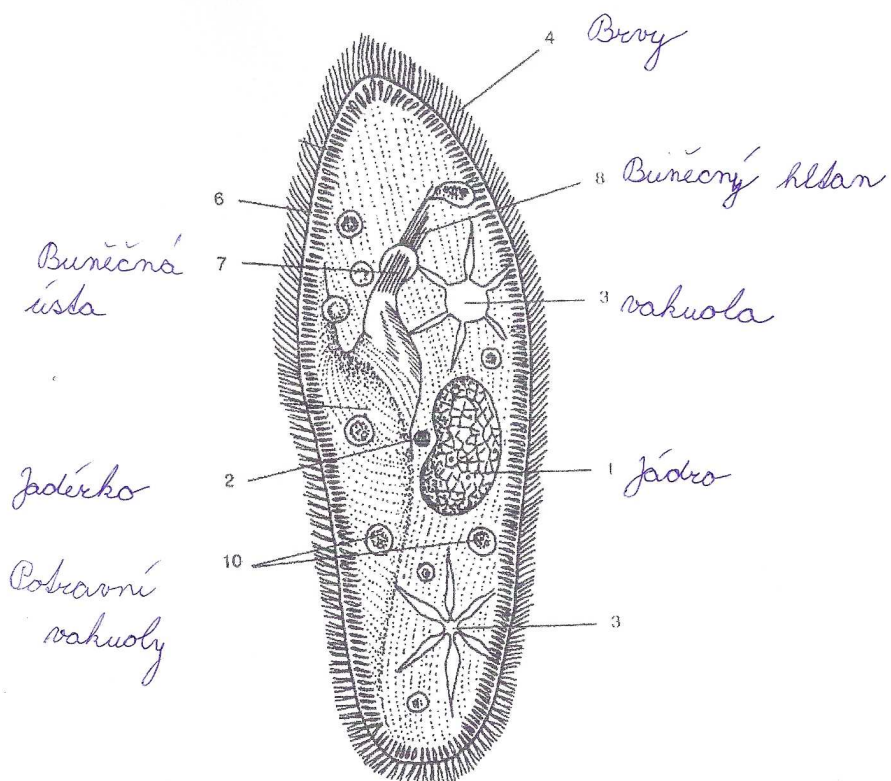
Pojmenujte zástupce vyobrazených prvoků a popište stavbu jejich těla:



Název : Krasno oko



Název : měřarčka



Název : Trpka

Pracovní list prvoci č.2

Vyplňte křížovku a v tajence zjistíte latinský název pro prvoky:



1. Hlavní zástupce nálevníků.
2. Organela pohybu trepky velké.
3. Výběžek cytoplazmy sloužící k pohybu měňavky velké.
4. Klidové stádium nálevníků během nepříznivých podmínek.
5. Pohlavní rozmnožování nálevníků (cizím slovem).
6. Způsob přijímání potravy měňavkami.
7. Organela obsahující zelené barvivo; sloužící k fotosyntéze.
8. Světločivná organela (skvrna) bičíkovců.

Pracovní list prvoci č.3

1. Doplňte text:

Jednobuněční živočichové se nazývají Prvoci...

Tělo prvoků je tvořeno jednou buňkou

2. Spojte správně:

Prvoci se mohou pohybovat různými způsoby. Vytvoř správné dvojice:

brvy	krásnoočko štíhlé
panožky	trepka velká
bičíky	měňavka velká

Potravu mohou prvoci přijímat různě. Vytvoř správné dvojice:

buněčnými ústy	měňavka velká
fagocytózou	trepka velká

3. Zaškrtněte správnou odpověď:

Vnitřek buňky prvoků je vyplněn:

- a) buněčnou stěnou
- b) tkání
- ☒ c) pletivem
- d) cytoplazmou

Zalijeme-li seno vodou, lze po nějakém čase pozorovat nálevníky, kteří:

- ☒ a) se uvolnili z cyst zanesených vzduchem
- b) vznikli přeměnou z bakterií
- c) vznikli z rostlinných zbytků
- d) se tam připlazili z nejbližší vodní nádrže

4. Nehodící se škrtněte:

Měňavka velká se pohybuje pomocí *panožek* – ~~bičíků~~ a přebytečnou vodu a škodlivé látky odstraňuje pomocí ~~potravin~~ – *stlažitelné* vakuoly.

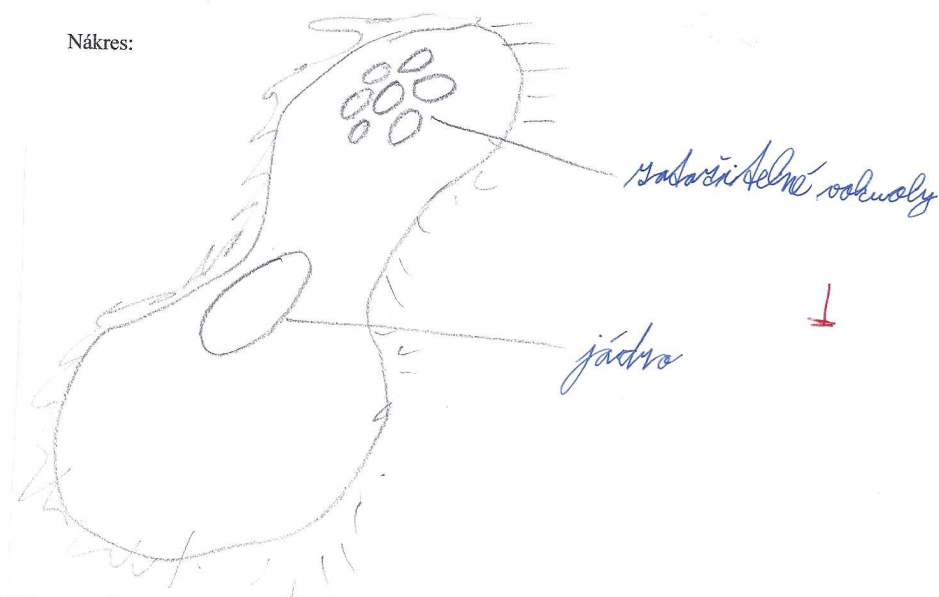
Příloha 4: Ukázka hotových laboratorních cvičení

Pozorování prvoků v senném nálevu

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku senného nálevu. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu prvoků. Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme prvoky.

Nákres:



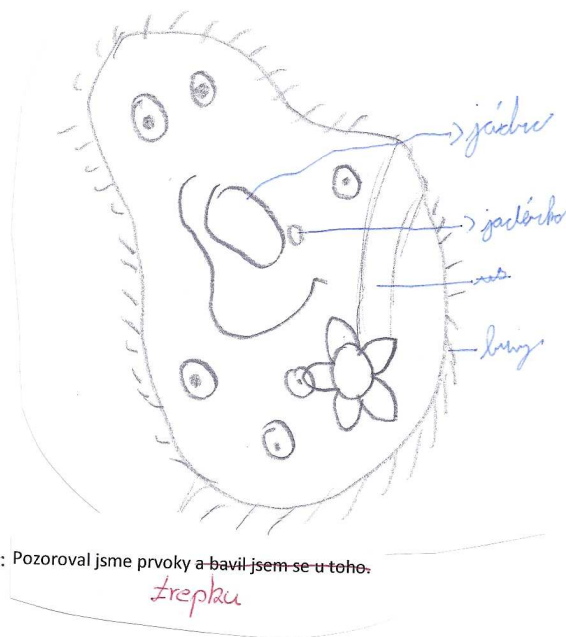
Závěr: Zkoumání jsme úspěšně
pozorovali

Pozorování prvoků v senném nálevu

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku senného nálevu. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu prvoků. Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme prvoky.

Nákres:



Závěr: Pozoroval jsme prvoky a bavil jsem se u toho.

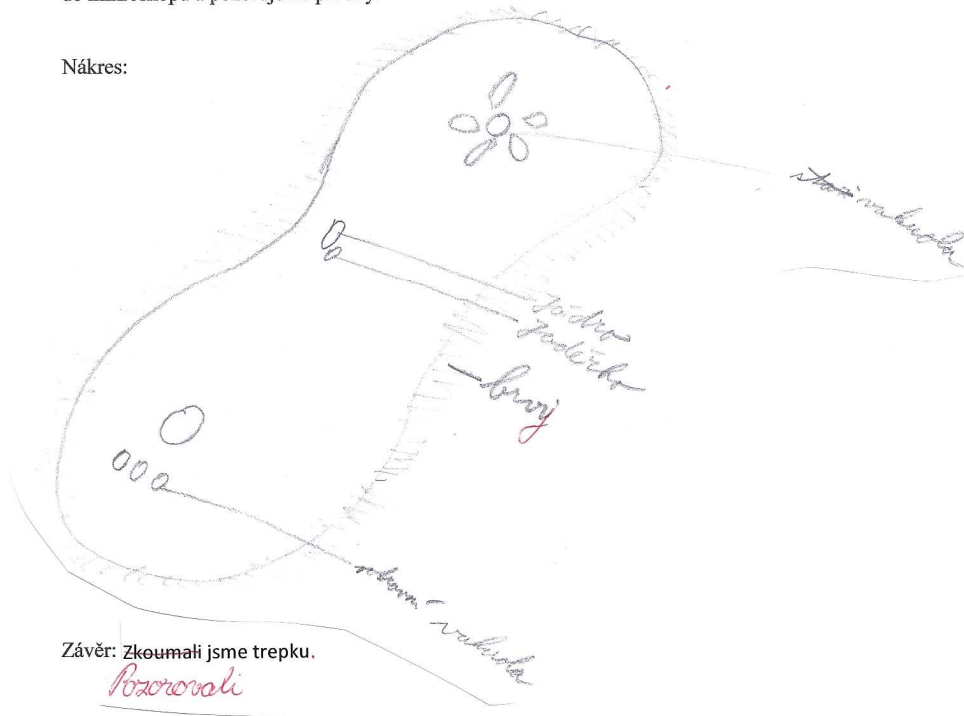
žrečka

Pozorování prvoků v senném nálevu

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku senného nálevu. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu prvoků. Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme prvoky.

Nákres:



Závěr: Zkoumali jsme trepku.

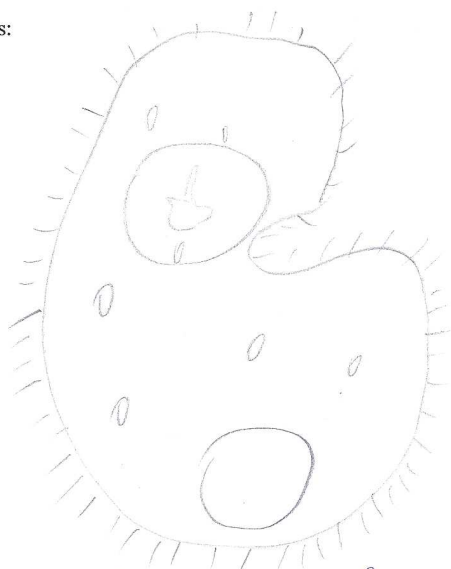
Pozorovali

Pozorování prvoků v senném nálevu

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku senného nálevu. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu prvoků. Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme prvoky.

Nákres:



Závěr: Pozoroval jsem ledvinkovce.

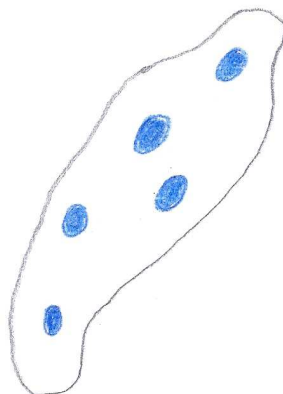
Přijem potravy trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata, párátko

Chemikálie: tuš (popřípadě práškový karmin)

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku kultury s trepkami. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu trepky velké a párátkem nanese trochu tuše (popřípadě práškového karminu). Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme trepku. Po určité době pozorujeme pohyb zrněk barviva v okolí trepek a náplň potravních vakuol.

Nákres:



Závěr:

Pozoroval jsem plnění se potravní vakuoly trepky velké

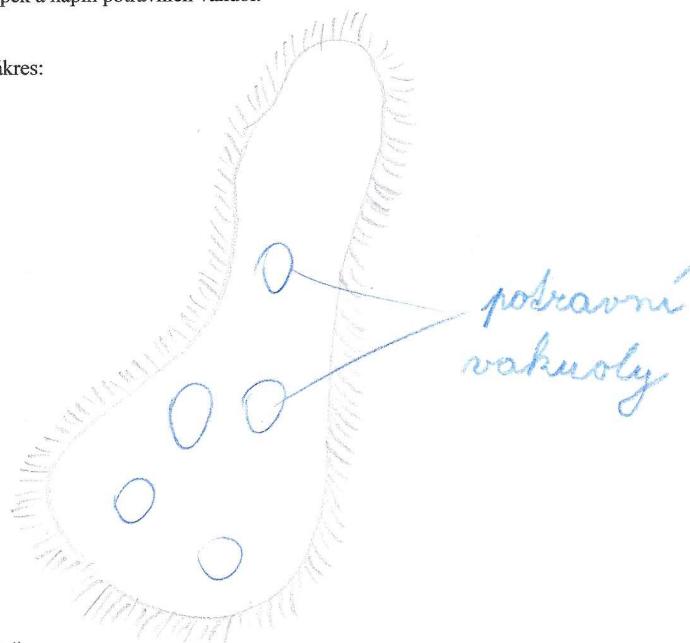
Příjem potravy trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata, párátko

Chemikálie: tuš (popřípadě práškový karmín)

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku kultury s trepkami. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu trepky velké a párátkem nanese trochu tuše (popřípadě práškového karmínu). Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme trepku. Po určité době pozorujeme pohyb zrněk barviva v okolí trepek a náplň potravních vakuol.

Nákres:



Závěr:

Pozoroval jsem potravní vakuoly
trepky.

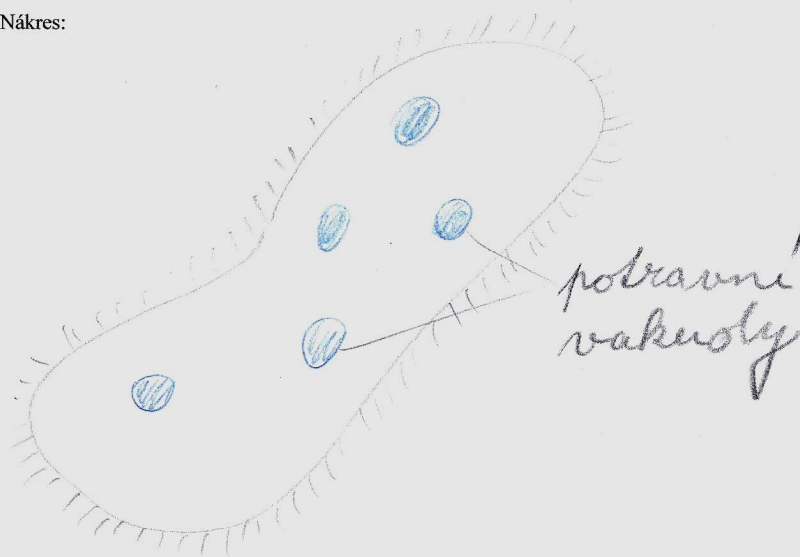
Přijem potravy trepky velké (*Paramecium caudatum*)

Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, voda, senný nálev, vata, párátko

Chemikálie: tuš (popřípadě práškový karmin)

Postup: Nastavíme si mikroskop k mikroskopování (nastavení světla a nejmenšího zvětšení). Na podložní sklíčko kápneme kapátkem kapku kultury s trepkami. Do této kapky vložíme malý chomáček vaty na zpomalení pohybu trepky velké a párátkem nanese trochu tuše (popřípadě práškového karminu). Preparát uzavřeme krycím sklíčkem, vložíme do mikroskopu a pozorujeme trepku. Po určité době pozorujeme pohyb zrněk barviva v okolí trepek a náplň potravních vakuol.

Nákres:



Závěr:

Prozradila jsem potravní vakuoly trepky.